



**PALEOAMBIENTES Y VERTEBRADOS ASOCIADOS CON LOS
PRIMATES DEL MIOCENO MEDIO DE LA VENTA, COLOMBIA**

Trabajo de Tesis Doctoral

Manuscrito final de tesis para acceder al título de Doctor en Ciencias Naturales

Tesista: Yaneth Muñoz Saba

Director: Marcelo F. Tejedor

Directora: Adriana Magdalena Candela

Carrera del Doctorado en Ciencias Naturales
Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM)
Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

2018

Nota de aceptación:

Jurado No. 1

Jurado No. 2

Jurado No. 3

La Plata, Argentina, 2018

DEDICATORIA

A mis maestros cuyas enseñanzas están plasmadas en esta investigación.

Luis Norberto Parra-Sánchez

In Memoriam

Jorge Hernández Camacho - “El Mono Hernández”

Michael Alberico

Thomas van der Hammen

Hermann Duque Caro

A mi amiga!! Por su eterna amistad.

Sandra Isabel Saavedra Sandoval

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina, enmarcada en cada uno de sus docentes que compartieron su conocimiento conmigo; a la Universidad Nacional de Colombia (UNC), mi alma máter, por su apoyo para la realización de este doctorado, específicamente a sus directivas el señor Rector profesor Ignacio Mantilla (2012-2018), profesor Jaime Aguirre Ceballos Decano de la Facultad de Ciencias de la Sede Bogotá, profesor Luis Alfonso Vélez Moreno ex Decano de la Facultad de Ciencias de la Sede Medellín, y al profesor José Murillo Aldana Director del Instituto de Ciencias Naturales (ICN).

A mis directores Dr. Marcelo F. Tejedor del Centro Patagónico (CONICET), y la Dra. Adriana Magdalena Candela de la FCNyM - UNLP por su orientación y tiempo invertido en la presente investigación; a los evaluadores por su valiosos y enriquecedores comentarios al manuscrito que conllevaron a una mejor comprensión del documento: Dr. Alfredo A. Carlini profesor adjunto UNLP - investigador CONICET, Dr. Javier Marcelo Krause Museo Paleontológico Egidio Feruglio - investigador CONICET y al Dr. Martin Ubilla profesor titular Facultad de Ciencias Montevideo (Uruguay). A mi asesor, profesor Dr. Luis Norberto Parra-Sánchez Laboratorio de Génesis del Suelo - Sede Medellín - UNC por su orientación, paciencia y amistad; a los doctores Thomas van der Hammen (Q.E.P.D.) y Hermann Duque-Caro (Q.E.P.D.), por su apoyo constante, asesoría y formación académica. A los Doctores Jorge V. Crisci y Paula E. Posadas de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, por sus enseñanzas.

Esta investigación fue realizada gracias a la financiación otorgada por la Facultad de Ciencias - Sede Medellín - Universidad Nacional de Colombia (UNC), Facultad de Ciencias - Sede Bogotá - UNC, Servicio Geológico Colombiano (SGC), Conservación Internacional Colombia, *Leakey Foundation General Grant*, Laboratorio Génesis del Suelo (Facultad de Ciencias, UNC, Sede Medellín), Laboratorio GMAS, Colombia (análisis de arcillas), Asociación Colombiana de Zoología (ACZ), y la Agencia Presidencia de Cooperación Internacional.

A los curadores de colección por permitieron su ingreso: Dr. Marcelo Reguero (Colección Paleontológica de Vertebrados, Museo de La Plata (MLP), La Plata, Provincia de Buenos Aires), Geólogo José Enrique Arenas (Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez (IGM), Servicio Geológico Colombiano, Bogotá D.C.); Dr. Pedro Patarroyo (Laboratorio de Paleontología de Vertebrados, Departamento de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá); a los curadores de las colecciones de la Sala del Cenozoico, Museo de Historia Natural de La Sabana, Nemocón, Cundinamarca; y la Colección de Mamíferos (IAvH), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá.

Por el acompañamiento en la fase de campo con su orientación y aportes en el fortalecimiento de esta tesis, en primer lugar al Dr. Luis Norberto Parra-Sánchez, líder en la investigación referida a la litografía y redefinición del Grupo La Venta; un agradecimiento especial a la Dra. María Teresa Flórez Molina profesora de la Universidad de Antioquia quien junto con el Dr. Daniel Jaramillo profesor Facultad de Ciencias, Sede Medellín - UNC, lideraron la investigación de los paleosuelos del Grupo La Venta; al Dr. Sergio Andrés Restrepo Moreno profesor Facultad de Minas, Sede Medellín - UNC, quien llevó a cabo junto con el Dr. Luis Norberto Parra-Sánchez la investigación de las dataciones de las diferentes formaciones de La Venta; al Dr. Alexis Jaramillo Justinico profesor ICN - Sede Bogotá - ICN - UNC, investigador en polen fósil, por su acompañamiento en campo y asesoría en el tema; al ingeniero forestal Jorge Mario Vélez Curador del Herbario Gabriel Gutiérrez Villegas, Sede Medellín - UNC, por su acompañamiento en campo con el objeto de caracterizar los diferentes hábitats actuales del Desierto de La Tatacoa; al Dr. Javier Guerrero profesor del Departamento de Geociencias, Sede Bogotá - UNC, asesor en estratigrafía; a la Bióloga Luz Victoria Correa por la asesoría en polen fósil; a Gilberto Mendoza asesor en la preservación del material paleontológico; a la ilustradora científica Marie Joelle Giraud López, por su paciencia y dedicación; al Dr. Thomas R. Defler por su orientación, enseñanzas y discusiones sobre la fauna actual de primates neotropicales, y por la traducción del resumen; y a don Jorge Arcila... nuestro conductor y ... “papá” en toda la fase de campo, Sede Medellín - UNC. Agradezco al Dr. Luis Norberto Parra-Sánchez, al Biólogo Francisco Castro, y al Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN) por el permiso de uso de las fotografías de su autoría.

A mis amigos y colegas, profesores del Instituto de Ciencias Naturales - UNC, Dr. Diego Giraldo-Cañas, Dr. Fernando Fernández y Edmon Castell, por su apoyo tanto personal como académico. A los biólogos José Vicente Rodríguez-Mahecha (Conservación Internacional - Colombia), Thomas R. Defler, Enrique Castillo, y al geólogo Dr. Carlos Monsalve.

A los habitantes del municipio de Villavieja quienes durante las fases de campo nos acogieron con todo su cariño, es especial: María Eugenia Manrique Hernández, Consuelo Manrique, Faiver Martínez Perdomo “Chopo”, Oswaldo Cleves Perdomo, su esposa Rocío e hijos, y a Camilo Cleves Rivera (Rincón del Cabrito).

Un especial agradecimiento a todas las personas que han sido alumnos en alguno de los cursos que he impartido en especial a todos los estudiantes que han participado en los Grupos Estudiantiles que coordino (Ecología de Mamíferos Neotropicales - EMN, y Ecología Comportamental - ECOUN), ya que gracias a la multitud de preguntas que me han realizado a través de mi vida profesional me llevaron a realizar el doctorado en paleontología para una mejor comprensión de nuestra biota. A Carlos Chamorro, Luis Stinco, Anabela Plos y Juan Pablo Galvis Llanos, quienes desinteresadamente me colaboraron con todos los trámites logísticos administrativos que conllevó la realización del doctorado; a Verónica Ribelotta por todo su apoyo desde la Secretaría del Postgrado

de la Carrera del Doctorado en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata; y a Nathaly Calvo Roa por la asesoría estadística y su importante colaboración en la edición final. También agradezco a cada una de aquellas personas, cuya lista es larga, que contribuyó con su grano de arena en la realización de esta investigación.

Por último, pero para mí los más importantes, a mi familia, por la formación y el apoyo, y a mis amigos porque siempre están.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN.....	12
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVO.....	13
HIPÓTESIS.....	13
CAPÍTULO II - ANTECEDENTES.....	14
GEOLOGÍA Y GEOCRONOLOGÍA.....	14
LITOESTRATIGRAFÍA	17
Grupo Honda	17
Grupo Honda inferior	18
Grupo La Venta	19
Formación San Alfonso	20
Formación La Victoria	21
Formación Cerbatana.....	22
Formación Villavieja	22
Formación Las Mesitas	23
PALEOSUELOS DE LA VENTA	24
BIOTA FÓSIL	25
Macrofósiles vegetales	25
Polen fósil	25
Fauna fósil: diversidad taxonómica y aspectos bioestratigráficos.....	26
BIOESTRATIGRAFÍA.....	29
PALEOAMBIENTES.....	30
CAPÍTULO III - MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
ÁREA DE ESTUDIO	33
LITOESTRATIGRAFÍA Y GEOCRONOLOGÍA.....	33
BIOTA FÓSIL	34
Macrofósiles vegetales	34
Polen fósil	34
Paleohábitat	36
Fauna fósil	36
Análisis comparativo entre las diferentes formaciones	38

PALEOAMBIENTES	38
DIAGRAMACIÓN	39
CAPÍTULO IV - RESULTADOS	40
BIOTA FÓSIL	40
Macrofósiles vegetales	40
Polen fósil	41
Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir del polen fósil ..	42
Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir de los paleohábitats propuestos.....	42
Vertebrados fósiles.....	43
Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir de los vertebrados fósiles	45
Primates	47
CAPÍTULO V - DISCUSIÓN	48
PALEOSUELOS.....	48
BIOTA FÓSIL	49
Macrofósiles vegetales	49
Polen fósil	49
Vertebrados fósiles	49
PRIMATES	52
FAUNA LAVENTENSE	55
MARCADORES DE TIEMPO	56
PALEOAMBIENTES	57
Formación San Alfonso	57
Formación La Victoria	58
Formación Cerbatana.....	58
Formación Villavieja	58
Formación Las Mesitas	59
PALEO GEOGRAFÍA	59
CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES.....	61
CONCLUSIONES	61
SÍNTESIS.....	65
PROYECCIONES A FUTURO.....	66
CAPÍTULO VII - BIBLIOGRAFÍA CITADA	67
CAPÍTULO VIII.....	82
FIGURAS.....	82

TABLAS	82
ANEXOS.....	83

RESUMEN

Se determinaron los paleoambientes relacionados con los primates fósiles del Mioceno medio del Grupo La Venta (Colombia), a partir de estudios de paleovegetación (macrofósiles, polen fósil) y vertebrados fósiles (con énfasis en mamíferos), resultados enmarcados en la litoestratigrafía de la región, previamente realizada por Fields (1959), Guerrero (1997), y Parra-Sánchez (2016). El Grupo La Venta, *sensu* Parra-Sánchez (2016) alcanza un área aproximada de 534.151.529 m², en la cual se diferencian cinco formaciones, de base a techo: San Alfonso, La Victoria, Cerbatana, Villavieja y Las Mesitas, que comprenden un intervalo de tiempo entre 13 y 11 Ma (Parra-Sánchez *et al.* 2015). Se identifican los primeros registros de vertebrados fósiles de las formaciones San Alfonso y Las Mesitas. Se describe un nuevo tipo de fosilización característico del Mioceno medio, presente en las formaciones La Victoria, Cerbatana, Villavieja y Las Mesitas; la base de este tipo de fosilización es la arena. Se registra por primera vez polen fósil para el Grupo La Venta, representado por 622 taxones, en las formaciones San Alfonso, La Victoria y Villavieja. Se redefine la Fauna Laventense, la cual la conforman 99 taxones pertenecientes a 12 órdenes (Primates, Astrapotheria, Chiroptera, Cingulata, Didelphimorphia, Litopterna, Notoungulata, Paucituberculata, Pilosa, Rodentia, Sirenia, Sparassodonta). Teniendo en cuenta la litoestratigrafía y la información de paleosuelos, macrovegetación, polen fósil, vertebrados fósiles (específicamente mamíferos, y dentro de estos los primates), se infieren los siguientes paleohábitats para el Grupo La Venta: (1) Formación San Alfonso: matorral abierto, matorral denso, sabana seca; (2) Formación La Victoria: matorral abierto, matorral denso, humedal, sabana inundable, sabana arbolada, sabana seca, bosques de ribera; (3) Formación Cerbatana: bosque de ribera (3 m altura); (4) Formación Villavieja: sabana arbolada, sabana seca, matorral abierto, matorral denso, bosque húmedo siempre verde (15 m altura); (5) Formación Las Mesitas: bosque húmedo siempre verde (40 m altura), bosque de ribera, sabana arbolada. Los paleoambientes asociados con las especies fósiles de primates de La Venta fueron: (1) Formación La Victoria: humedales *Lagonimico conclutatus*, *Nuciruptor*; en bosques de ribera *Stirtonia victoriae*; en sabanas inundables, sabanas arboladas y matorrales abiertos *Miocallicebus villaviejai*, *Nuciruptor*; (2) Formación Villavieja: en bosques de ribera estratificados *Laventiana annectens*, *Neosaimiri fieldsi*, *Nuciruptor rubricae*; en bosques de ribera estratificados y sabanas inundables *Cebupithecia sarmientoi*, *Mohanamico herskovitzi*, *Micodon kiotensis*, *Neosaimiri fieldsi*, *Stirtonia tatacoensis*; en bosques estratificados de más de 15 metros de altura *Aotus dindensis*; siendo estos hábitats diversos, complejos y semejantes a los asociados con las especies de primates actuales. *Miocochilius*, el notoungulado que previamente se consideraba el fósil indicador del Mioceno medio, sólo se encuentra en las formaciones La Victoria, Cerbatana, Villavieja y Las Mesitas.

Palabras claves: Grupo La Venta, Mioceno medio, primates fósiles, *Miocochilius*, paleovegetación, polen fósil, vertebrados fósiles, paleohábitats, Fauna Laventense.

ABSTRACT

Paleoenvironments relating to fossil primates of the middle Miocene of the La Venta Group (Colombia) were determined based on results from paleovegetation (macrofossils, pollen fossil) and vertebrate fossils (emphasis on mammals) studies registered in the lithostratigraphy of the region and previously published by Fields (1959), Guerrero (1997) and Parra-Sánchez (2016). The La Venta Group, *sensu* Parra-Sánchez (2016) has an approximate area of 534,151,529 m², and this author distinguishes five formations in this Group: San Alfonso, La Victoria, Cerbatana, Villavieja and Las Mesitas, comprising a time interval between 13 - 11 Ma (Parra-Sánchez *et al.* 2015). The first fossil vertebrate records of the San Alfonso and Las Mesitas formations are highlighted. A new type of fossilization characteristic of the Middle Miocene is described and is present in the formations La Victoria, Cerbatana, Villavieja and Las Mesitas. The basis of this type of fossilization is sand. For the first-time fossil pollen was recorded for the La Venta Group. The pollen comprises 622 taxa in the San Alfonso, La Victoria and Villavieja formations. The Laventense Fauna is redefined, and this fauna makes up 99 taxa belonging to 12 orders (Primates, Astrapotheria, Chiroptera, Cingulata, Didelphimorphia, Litopterna, Notoungulata, Paucituberculata, Pilosa, Rodentia, Sirenia, and Sparassodonta). Taking into account the lithostratigraphy and information on paleosols, macrovegetation, fossil pollen, and vertebrates (specifically mammals, and especially primates in this study), the following paleohabitats are inferred for the La Venta Group: (1) San Alfonso Formation: open shrub, dense scrubs, dry savannah; (2) La Victoria Formation: open scrubs, dense scrubs, wetland, flooded savannah, wooded savannah, dry savannah, riparian forests; (3) Cerbatana Formation: riparian forest (3 m height); (4) Villavieja Formation: wooded savannah, dry savannah, open scrubs, dense scrubs, evergreen wet forest (15 m height); (5) Las Mesitas Formation: humid evergreen forest (40 m height), riparian forest, wooded savannah. The paleoenvironments associated with the fossil species of primates of La Venta were: (1) La Victoria Formation: wetlands habitat of *Lagonimico conclutatus*, *Nuciruptor*; riparian forests *Stirtonia victoriae*; flooded savannahs, wooded savannahs and open bushes *Miocallicebus villaviejai*, *Nuciruptor*; (2) Villavieja Formation: stratified riparian forests *Laventiana annectens*, *Neosaimiri fieldsi*, *Nuciruptor rubricae*; stratified riparian forests and floodplains *Cebupithecia sarmientoi*, *Mohanamico herskovitzi*, *Micodon kiotensis*, *Neosaimiri fieldsi*, *Stirtonia tatacoensis*; stratified forests over 15 meters high *Aotus dindensis*. These habitats were diverse, complex and similar to those associated with living primate species. *Miocochilius*, a notoungulate that was previously considered the fossil indicator of the Middle Miocene in La Venta, is only found in the formations La Victoria, Cerbatana, Villavieja and Las Mesitas.

Key words: La Venta Group, Middle Miocene, fossil primates, *Miocochilius*, paleovegetation, fossil pollen, vertebrate fossils, paleohabitats, Laventense fauna.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La paleogeografía del Mioceno medio del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena, representada en los sedimentos de La Venta, indica depósitos aluviales, tales como planicies de inundación, diques y canales cuya presencia incidió en la diversidad de la biota fósil de la región (Fields 1959).

Los primeros trabajos referidos a la geología y a la geocronología de La Venta datan de las décadas de 1940 y 1950, con los trabajos de Royo y Gómez (1942a), Fields & Henao-Londoño (1949), Henao-Londoño *et al.* (1949), Henao-Londoño (1950) y Fields (1959). Wellman (1970), realiza un estudio sobre la estratigrafía y petrografía del Grupo Honda, donde incluye el área de La Venta. La litoestratigrafía de la región la redefinen Guerrero (1993, 1997), Villarroel *et al.* (1996) y Parra-Sánchez (2016).

En cuanto a la fauna fósil de La Venta, el trabajo sistemático comenzó en 1929 con los primeros registros de yacimientos de vertebrados en las areniscas del Grupo Honda superior, camino a San Alfonso; y desde la década de 1940 el trabajo de investigación en el área continuó bajo la dirección de J. Royo y Gómez y R.A. Stirton (Butler 1942, Royo y Gómez 1941, 1942a, b, 1945, 1946, Stirton 1947, 1953a, b). Como producto de dichas expediciones se recolectaron vertebrados fósiles con novedosos hallazgos para el grupo de los primates (Stirton 1951, Stirton & Savage 1952, Miller 1953). Posteriormente, durante las décadas de 1980 y 1990, se realizaron nuevas expediciones paleontológicas mediante acuerdos entre el Instituto Nacional de Geología y Minería de Colombia (INGEOMINAS) (actual Servicio Geológico Colombiano - SGC), y las universidades de Duke y Kyoto, investigaciones que se reflejan en numerosas publicaciones (Wellman 1970, Auffenberg 1971, Presch 1973, Hirschfeld 1976, Hirschfeld & Marshall 1976, Wood 1976, Busbey 1986, Luchterhand *et al.* 1986, Cifelli & Guerrero 1989, Ford 1990, Gebo *et al.* 1990, McFadden 1990, Takai & Setoguchi 1990, Van der Wiel 1991, Takai *et al.* 1992, Guerrero 1993, 1997, Villarroel *et al.* 1996, Kay *et al.* 1997, Villarroel 1998, 2000, Takai *et al.* 2001, Lundberg 2005, Croft 2007, Wheeler 2010).

Las investigaciones desde un punto de vista sistemático en diferentes grupos biológicos continúan hasta la fecha, y se basan en material previamente recolectado o a partir de nuevas prospecciones efectuadas. Entre estas, se puede citar el trabajo de grado de la geóloga Catalina Suárez Gómez (2010), basado en el estudio de un notoungulado; las tareas de prospección del Dr. Carlos Jaramillo (*Smithsonian Tropical Research Institute*) y su equipo en la región de La Venta; la tesis doctoral de la bióloga Mariela Castro (Universidad Nacional de La Plata), sobre la revisión de la tribu Dasypodini en La Venta; y la tesis doctoral de Marie Hoermer (Universidad de Chicago, USA), sobre la dieta de los mamíferos de La Venta.

Estos estudios representan diferentes enfoques que incrementan la comprensión de la extraordinaria fauna de mamíferos de La Venta, una de las más diversas en términos ecológicos y taxonómicos, y la más importante de vertebrados fósiles del Mioceno medio a nivel mundial (Henao-Londoño 1950, Stirton 1953b, Kay *et al.* 1997).

La investigación realizada complementa a las que actualmente están en desarrollo, ya que permite tener un enfoque paleoambiental, en donde se hace énfasis en los posibles paleohábitats de los primates, grupo taxonómico de importancia para la región de La Venta, ya que permiten inferir la incidencia que pudieron tener en la radiación asociada con los clados de primates modernos de la Región Neotropical, así como su comparación con los primates extintos del sur de Argentina (Tejedor com. pers. 2013). De otra parte, hasta la fecha sólo se cuenta con la biozonificación elaborada por Madden *et al.* (1997), a pesar del incremento en el número de fósiles de vertebrados pertenecientes a distintos grupos taxonómicos; esto se debe, en parte, a que la ubicación geográfica y litoestratigráfica de esos fósiles no se conoce con un nivel de precisión para evaluar la diversidad faunística y su asociación con los principales paleoambientes, y el escenario paleobiogeográfico de La Venta durante el Mioceno.

OBJETIVO

Determinar los paleoambientes y los vertebrados asociados con las especies fósiles de primates de La Venta, Colombia (formaciones La Victoria y Villavieja), con el fin de contribuir a la reconstrucción de la evolución de la biota del Mioceno medio en el norte del Neotrópico.

HIPÓTESIS

1. Los paleoambientes asociados con las especies fósiles de primates del Mioceno medio de La Venta, Colombia, fueron más diversos y complejos de lo que se ha interpretado hasta el momento.
2. Los paleoambientes asociados con las especies fósiles de primates del Mioceno medio de La Venta, Colombia, fueron más áridos y secos con respecto a los ambientes asociados con las especies de primates actuales.

CAPÍTULO II - ANTECEDENTES

GEOLOGÍA Y GEOCRONOLOGÍA

El Distrito Honda *sensu* Butler (1942) se encuentra entre los valles medio y superior de la Cuenca del Magdalena, las capas más antiguas forman parte de la Serie Colorado superior del Oligoceno, edad inferida por su registro fósil; estas capas también se han registrado para la Formación La Cira del Valle Medio de la Cuenca del Magdalena (Wellman 1970, Van der Wiel 1991, Van der Wiel & Van der Bergh 1992). El Alto del Patá vuelve a tener influencia en la Cuenca Alta del Magdalena desde el Oligoceno hasta el Mioceno, por los procesos de exposición y erosión que experimentó durante este periodo; por lo tanto, se trata como una estructura positiva que separó las subcuencas de Girardot y Neiva. Durante el Plioceno el Alto del Patá inició un proceso de elevación activa (Van Houten & Travis 1968, Villarroel *et al.* 1996). Las características de este Alto permiten establecer que era un paleorelieve ubicado en posición transversal con respecto al Valle Superior de la Cuenca del Magdalena (Villarroel *et al.* 1996).

Los sedimentos semejantes a los del Grupo Honda no se depositaron al mismo tiempo en el Valle de la Cuenca del Magdalena, probablemente porque este proceso fue diferente entre el drenaje principal de la cuenca con respecto a la de sus tributarios (Fields 1959). Por ejemplo, en Coyaima se registran sedimentos clásticos gruesos del Grupo Gualanday, los cuales presentan discordancia y se traslapan con areniscas de grano grueso y limo, minerales característicos del Grupo Honda.

El Valle Superior de la Cuenca del Magdalena probablemente se originó durante el Cretácico (Hauteriviano) cuando se desarrolló un gran delta intracratónico con ríos que tenían sus cabeceras en esta región. Este Valle limitaba con la parte baja del norte de Los Andes, cordillera que tiene sus inicios en el Mesozoico inferior periodo en el que se depositó la Formación Payandé (Jurásico - Cretácico) (Cáceres *et al.* 2003).

La Venta forma parte de la paleogeografía del Mioceno medio del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena, y el levantamiento de la Cordillera Oriental en el Paleógeno contribuye a su formación (Harrington 1962, Van Houten & Travis 1968). Se estima que el levantamiento de la Cordillera Oriental ocurrió entre 15,10 - 13,90 Ma (edad calculada usando trazas de fisión de apatita) (Van der Wiel 1991, Van der Wiel & Van der Bergh 1992); pero Duque-Caro (1990c) y Guerrero (1993, 1997) consideran que ocurrió entre los 12,90 y 11,80 Ma, siendo el principal levantamiento a los 11,80 Ma, lo cual aisló el Valle de la Cuenca del Magdalena y originó cambios en la red hidrográfica de ésta, cuyo cauce en la actualidad tiene una dirección E a W (Guerrero 1997, De Porta 2003). La formación de esta cuenca incidió en la biota fósil de la región (De Porta 2003); Villarroel *et al.* (1996) plantean en el contexto tectónico-sedimentario aspectos relacionados con la presencia, expansión y extinción de la fauna de La Venta.

La Venta se localiza en el Valle Superior de la Cuenca del Magdalena, entre un paleorelieve de altitud baja a moderadamente alta, limita al oriente con la Sierra de Gulumán y los cerros del Remolino, La Mula, La Buitrera y Cerro Gordo (Royo y Gómez 1942a, b), y al occidente con un paleorelieve de baja altitud; se encuentra inmersa en una depresión estrecha y elongada que se formó en el Cretácico inferior (Aptiano) y está bordeada por el Alto del Patá o Alto de Payandé, el cual se compone de rocas sedimentarias volcánicas de la Formación Payandé, los sedimentos del Alto del Patá contribuyeron a la formación del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena; este valle lo circunda la Formación Guadalupe del Cretácico tardío (Maastrichtiano), al sur la Formación Guaduas (Paleoceno), al nor - occidente la Formación Gualanday (Eoceno - Oligoceno) y su parte media reposa sobre rocas del Triásico - Jurásico (Cáceres *et al.* 2003, Villarroel *et al.* 1996).

En La Venta los niveles estratigráficos más bajos de la Formación La Victoria, *sensu* Villarroel *et al.* (1996) presentan afloramientos de la planicie de Natagaima y el Alto del Patá; se registran sedimentos del Eoceno - Oligoceno en Baraya (suroriente), y en otros sectores del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena, los cuales provienen del sur y suroriente (Fields 1959). Al seguir la secuencia de depósito, Fields (1959) infiere que el área actual de este valle fue sometida a procesos de pliegues, fallas y erosión sucesiva.

Entre Cerro Gordo y La Venta no se presentan depósitos del Paleógeno, pero en áreas aledañas se evidencia que el Grupo Honda superior descansa sobre rocas de este periodo y se registran discordancias locales (Fields 1959). Por su parte, Royo y Gómez (1942a, b) reconoce sedimentos del Grupo Honda inferior en cercanías a Potosí y entre Villavieja y Baraya. Villarroel *et al.* (1996) plantean que la distribución de las unidades litoestratigráficas no sólo es independiente de la orientación NNE-SSW de los ejes estructurales, sino también de la transversalidad del Alto del Patá; por lo tanto, infieren que la última fase de levantamiento del Alto del Patá ocurrió en el Plioceno tardío y/o en el Pleistoceno temprano.

Las capas de los Conglomerados de Cerbatana, presentes en La Venta, fueron depositadas según Takemura & Danhara (1985) entre 15 - 16 Ma, y según Guerrero (1993) alrededor de 12 - 13 Ma, lo cual probablemente marca un período de levantamiento de la Cordillera Central. Por su parte, el Miembro Baraya se formó en una planicie con una suave pendiente que se desarrolló como consecuencia de un incipiente levantamiento de la Cordillera Oriental (Guerrero 1993). Este escenario es apoyado principalmente por la presencia de una litología arcillo - limosa, y el desarrollo local de los depósitos lacustres y pantanosos en *Fish Beds*. De manera similar, la aparición de las capas rojas en el Miembro Cerro Colorado sería el resultado de la conformación del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena como una cuenca sedimentaria aislada de la cuenca amazónica. Esta hipótesis se sustenta en el cambio abrupto de las paleocorrientes, las cuales indican un flujo principal de E a ESE en la Formación La Victoria y en el Miembro Baraya de la Formación Villavieja (Guerrero 1993), mientras que las paleocorrientes del Miembro Cerro Colorado indican un flujo hacia el oeste (Wellman 1970, Villarroel *et al.* 1996).

Por otra parte, Wellman (1970) divide originalmente al Grupo Honda en: (1) Formación La Dorada, parte inferior, depositado durante el incremento tectónico y volcánico, con la litofacies nombrada como Miembro Perico, la cual incluye una capa contrastante de ortoconglomerados llamada informalmente por el autor como Río Seco *Conglomerate*; (2) Formación Villavieja, parte superior, formada durante la actividad tectónica media y por episodios de volcanismo; los cuales formaron litofacies contrastantes, los miembros Baraya *Volcanic* y Cerro Colorado *Redbed*. Este autor, considera que el Valle Superior de la Cuenca del Magdalena se derivó de la actividad volcánica ígneo metamórfica proveniente de la Cordillera Central y por lo tanto fue cubierto por clastos sedimentarios y metamórficos depositados por ríos siguiendo generalmente una dirección este a suroeste. Los dos principales ambientes de sedimentación fluvial fueron: (1) bajo gradiente - alta sinuosidad, (2) alto gradiente - baja sinuosidad; por lo tanto, el Mioceno del Grupo Honda superior comprendía canales fluviales de areniscas y planicies de inundación de lutitas, con remanentes de fauna y flora que indican que el clima alternó entre tropical húmedo y seco, con sabanas interfluviales separadas por ríos bordeadas por bosques.

Van der Wiel (1991) en su tesis doctoral enfatiza la estratigrafía de la Formación Honda y establece, a partir de estudios de petrología, que las gravas y areniscas tienen una procedencia del oeste.

Guerrero (1997) define que la litología del Grupo Honda superior presenta dos formaciones: (1) Formación La Victoria, la cual se formó durante una fase de intensa actividad volcánica y tectónica de la Cordillera Central y se depositó con una tasa de sedimentación de aproximadamente 950 mm/1.000 años; las capas del Conglomerado Cerbatana, en el techo de esta formación, se conformaron como resultado de un pulso de levantamiento rápido de la Cordillera Central. (2) Formación Villavieja, se formó durante el ya activo levantamiento y volcanismo de la Cordillera Central y durante el primer levantamiento de la Cordillera Oriental; se depositó con una tasa de sedimentación de aproximadamente 423 mm/1.000 años. El autor corrobora algunos planteamientos de Fields & Henao-Londoño (1949) y propone el nombre de Formación La Victoria para el techo del Grupo Honda superior.

Por último, Anderson *et al.* (2016) a partir de un estudio integrado con información de petrografía y paleoprecipitación, plantean que el levantamiento del Macizo de Garzón (Huila) se convirtió en una barrera orográfica que generó una gran cantidad de lluvias e influyó en la evolución de los principales sistemas fluviales del norte de Suramérica (ríos Amazonas, Magdalena, Orinoco); estos autores postulan que la elevación del Macizo de Garzón (Cordillera Oriental) comenzó cuando se establecía la Formación Villavieja, época del inicio de las lluvias (12 - 11 Ma).

Fields & Henao-Londoño (1949) fueron los primeros en elaborar un mapa detallado de la geología de La Venta, el cual cubrió un área de 21.043.248 m² desde Cerro Gordo hasta Quebrada La Venta (Huila). Posteriormente, Diego Henao-Londoño (1950)

describe el primer informe técnico de la geología de La Venta, el cual se complementa con la tesis doctoral sobre la geología de esta zona, realizada por Fields en 1959, investigación que se apoyó en una versión simplificada del mapa geológico (Henao-Londoño *et al.* 1949). En 1970 se publica la tesis doctoral de Wellman sobre estratigrafía y petrografía del Grupo Honda, la cual incluye el área de La Venta (Valle Superior de la Cuenca del Magdalena). Guerrero (1993, 1997) amplía la cartografía original de Henao-Londoño (1950) a 421.345.005 m² y propone la Formación La Victoria, antigua Formación Cerbatana, y retoma el nombre de Formación Villavieja *sensu* Wellman (1970), corroborando algunos planteamientos de Henao-Londoño (1950) y de Fields (1959), y establece los ambientes sedimentarios de esta región. Villarroel *et al.* (1996) se basan en la cartografía de Guerrero (1997) y discuten la nomenclatura estratigráfica de La Venta y hacen énfasis en el Grupo Honda. Finalmente, Parra-Sánchez (2016) propone que La Venta es un Grupo estratigráficamente diferente que el Grupo Honda (Figura 1).

En cuanto a la geocronología en el área de La Venta, las primeras investigaciones fueron realizadas por Stirton (1951, 1953b) y Fields (1959). Hayshida (1984) establece la edad de catorce muestras de La Venta y cinco de El Dinde a partir de análisis paleomagnéticos; con datos de huellas de fisión. Takemura & Danhara (1985) reconocen tres edades para el área de La Venta: 15,7~1,1 Ma / 14,6~1,1 Ma / 16,1~0,9 Ma (Molina *Member*: 16,1~0,9 / 14,6~1,1 Ma, Los Mangos *Red Member*: 15,7~1,1 Ma); con esta misma metodología, Takai *et al.* (1992) registran las siguientes edades: 12,6~0,5 Ma / 13,6~0,7 Ma / 13,6~0,5 Ma (Los Mangos *Red Member* (LV 13): 15,7~1,1 Ma, Molina *Member* KS4: 14,6~1,1 Ma y LV8: 16,1~0,9 Ma). Takemura *et al.* (1992) reconocen para La Venta otras tres edades: 13,6 ~ 0,5 Ma / 13,6 ~ 0,7 Ma / 12,6 ~ 0,5 Ma para Tatacoa *Red Member*; Van der Wiel (1991) determina por medio de dataciones con K - Ar y huellas de fisión la edad de la Formación Honda, la cual se encuentra entre ≥ 16 y 9 Ma (Van der Wiel & Van der Bergh 1992). A partir de estudios magnetoestratigráficos, Flynn *et al.* (1997) proponen que el Grupo Honda se registra en un intervalo entre los 13,50 y los 11,60 Ma; estos autores y Guerrero (1993) plantean que la Formación La Victoria tiene una edad entre 13,8 y 12,5 Ma. Finalmente, para la Formación Villavieja, Anderson *et al.* (2016) proponen una edad entre los 13,2 y los 12 Ma, y Parra-Sánchez *et al.* (2015) un intervalo entre 13 y 11 Ma.

LITOESTRATIGRAFÍA

Grupo Honda

Localidad tipo: Cordillera de San Antonio o Río Grande, al oriente del Municipio de Honda, Departamento del Tolima, Colombia (Butler 1942). La principal fuente de sedimentos se produce desde el occidente, con un espesor aproximado de más de 4.000 m (Butler & Schamel 1988).

Relaciones estratigráficas: el Grupo Honda del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena se encuentra enmarcado entre dos discordancias: en la base, a unos 13,5 Ma, con el techo del Grupo Gualanday (Oligoceno ?), y en el techo, a unos 10,1 Ma, con la base del Grupo Huila. Por lo tanto, se infieren episodios de volcanismo y levantamiento tectónico de las cordilleras Central y Oriental (Guerrero 1997) (Anexo 1).

Caracterización litológica y composicional: se distinguen dos unidades, el Grupo Honda superior y el Grupo Honda inferior (Butler 1942). El Grupo Honda superior se caracteriza por presentar abundantes andesitas y material clástico dacítico (Butler 1942, Butler & Schamel 1988); cuyos sedimentos provienen de las cordilleras Central y Oriental (Hettner 1892, Henao-Londoño & Fields 1949) (Anexo 1).

Grupo Honda inferior

Sección tipo: 104 m², con un espesor máximo de 130 m (Fields 1959).

Área de distribución: Fields (1959) limita el área de La Venta *Badlands*, al nororiente del municipio de Villavieja en la parte norte del departamento del Huila y específicamente define esta área dentro del patrón de drenajes de las quebradas La Tatacoa, El Líbano, La Venta y la parte más baja de la Quebrada Las Lajas; precisando su posición geográfica en 03°19'N y 75°0,8'W.

Relaciones estratigráficas: presencia de una discordancia entre las rocas del Honda y de la Serie Gualanday, a 7 km a lo largo de la carretera de Potosí a Aguacaliente, sobre el Río Cabrera. *Arenosa Sandstone and Siltstones* en la Quebrada La Arenosa, afluente del Río Cabrera, a 8 km en línea recta al oriente de Cerro Gordo, en donde se encuentra la base del Grupo Honda (Henao-Londoño 1950).

Caracterización litológica y composicional: las unidades litoestratigráficas propuestas por Fields & Henao-Londoño (1949), Henao-Londoño *et al.* (1949), Henao-Londoño (1950) y Fields (1959) son (Anexo 1):

- Serie Gualanday (Henao-Londoño 1950). *Área de distribución:* Río Cabrera, Municipio de San Alfonso, Quebrada La Arenosa. *Litología:* variedad de arcillas rojizas, con areniscas de color rojizo a rosado.
- Arenosa Sandstone and Siltstones (Henao-Londoño 1950). *Litología:* secuencia de areniscas de grano grueso, predominan las arcilitas de color marrón a rojo, las limolitas y lutitas de color marrón a gris. *Observación:* reconocida por Royo y Gómez (1942 a, b) y puede ser parte del Mioceno medio.
- El Líbano Sands and Clays (Henao-Londoño 1950). *Litología:* predominan las areniscas de color rojizo a marrón, es pobre en arcillas y limos. *Observación:* Fields (1959) considera que estos son los sedimentos más viejos del Grupo Honda.
- Cerbatana Gravels and Clays including San Nicolás Clays (Henao-Londoño 1950). *Litología:* areniscas, excesivamente rico en gravas; el color predominantemente es

gris con pocas variaciones locales a amarillento. Se registran dos unidades características: (1) El Miembro San Nicolás, el cual es un bloque de arcilla blanca con predominante color marrón, con algunas capas delgadas de carácter arenoso, lo que da un aspecto gris a la arcilla; la base de la arcilla presenta alto contenido de carbonato de calcio (Henao-Londoño 1950). (2) El Miembro Cerbatana, con gravas que se encuentran en las areniscas, generalmente de grano grueso (Villarroel *et al.* 1996).

- Monkey Unit (Henao-Londoño 1950). *Litología*: predominan las arcillas y limos en secuencia, sobre las areniscas; donde también se presentan abundantes concreciones, algunas tienen forma de pequeños cilindros verticales de 30 m de alto y aproximadamente 10 a 15 cm de diámetro.
- Unit below Fish Bed (Henao-Londoño 1950). *Litología*: conformada principalmente por areniscas grises, intercaladas con arcillas marrón a marrón-grisáceas, con limos.
- Fish Bed (Henao-Londoño 1950). *Litología*: conformada por arcillas limosas de color verde, con algunas capas de areniscas; es una capa delgada y continua.
- Unit above Fish Bed (Henao-Londoño 1950). *Litología*: conformada principalmente de arcillas de color marrón, color semejante a *Unit below Fish Bed*, con niveles de areniscas intercaladas con capas delgadas de areniscas lenticulares.
- Ferruginous Sandstones (Henao-Londoño 1950). *Litología*: se conforma de piedra arenisca ferruginosa de color gris y arcillas marrones, con lentes de arenisca.
- La Venta Clays and Sandstones (Henao-Londoño 1950) o *Unit between Ferruginous Sands and Lower Red Bed* (Fields & Henao-Londoño 1949). *Litología*: conformada por areniscas lenticulares de color gris que localmente tienen algunos guijos que alternan con arcillas finas de color marrón, arcillas grises y limolitas; las areniscas predominan en la secuencia.
- Lower Red Beds (LRB) (Henao-Londoño 1950). *Litología*: capas de arcilla, conspicuas por su color rojo intenso en su parte superior.
- Intermediate Clays and Sandstones (Henao-Londoño 1950) o *Unit between Upper and Lower Red Beds* (Fields & Henao-Londoño 1949). *Litología*: la secuencia es predominante arenosa, de color gris.
- Upper Red Beds (URB) (Henao-Londoño 1950). *Litología*: formada por una sucesión de arcillas rojas, alternando con otros colores de rojo a marrón y varias capas de areniscas grises con un promedio de 30 m de espesor.
- Brown Sequence (Henao-Londoño 1950) o *Las Mesitas Sands and Clays* (Fields 1959). *Litología*: se caracteriza por presentar alternancia de cuerpos lenticulares grandes y pequeños de areniscas pardas y grisáceas, con arcillas limosas marrón y rojizas y tobas delgadas intercaladas.

Grupo La Venta

El Grupo La Venta, *sensu* Parra-Sánchez (2016) es una secuencia de sedimentos continentales de origen fluvial, con un área aproximada de 534.151.529 m², y está conformado por cinco unidades litoestratigráficas, las cuales de base a techo son:

Formación San Alfonso, Formación La Victoria, Formación Cerbatana, Formación Villavieja y Formación Las Mesitas; el tiempo que comprende está entre los 13 y los 11 Ma, según las últimas dataciones realizadas a partir de aproximadamente 700 datos de U-Pb (Parra-Sánchez *et al.* 2015) (Figuras 2, 3; Anexos 1, 2).

Formación San Alfonso (*sensu* Royo y Gómez 1942b, en parte; Parra-Sánchez 2016; com. pers. Parra-Sánchez 2016)

Sinónimos

- “Fosfatos de San Alfonso”: Formación Gualanday: Oligoceno (Royo y Gómez 1942b, en parte)
- San Alfonso: Serie Gualanday: Oligoceno (Henao-Londoño 1950, en parte)
- Secuencia A: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)

Localización

Es la base del Grupo La Venta, aflora en el Alto Natagaima; son los estratos localizados sobre el techo de la Formación Gualanday (Oligoceno, Cerro Chacarón) y la Formación Payandé (Triásico - Jurásico, Alto del Patá) (Royo y Gómez 1942b, Henao-Londoño 1950, Parra-Sánchez 2016) (Figura 3).

Características

Estratos compuestos por areniscas gravilosas de geometría lenticular y poco espesor; limolitas y estratos finos subordinados; gran parte de los cantos rodados gruesos y detritos provienen de rocas del Triásico - Jurásico, por lo tanto, los estratos son de coloración rosada; la secuencia no supera los 50 m de espesor (Anexo 2).

Ambiente Sedimentario

La Formación San Alfonso se formó por corrientes de régimen torrencial en abanicos aluviales que drenaban el macizo de Natagaima. Las terrazas, drenajes y características sedimentológicas, como los cantos rodados gruesos de coloración rosada, la estructura lenticular de escala pequeña y la presencia de relieve positivo con pendiente fuerte, permiten inferir que fueron abanicos aluviales cuyas corrientes probablemente fluyeron desde los depósitos del Triásico - Jurásico del Estrecho de Natagaima o Alto del Patá o Payandé, hacia el sur. Estos ríos presentaron un gran cauce torrencial que corría por un estrecho canal con mucha carga con respecto al caudal, los cuales pudieron ser permanentes o no, y desembocaban en un gran río caudaloso asociado con llanuras aluviales y pedregosas (Figura 4; Anexo 3).

Características marcadoras

- Cantos rodados, gruesos de coloración rosada provenientes del Triásico - Jurásico.
- Estratos con estructura lenticular de escala pequeña.
- Nódulos de óxido de hierro de coloración roja que evidencian la presencia de paleosuelos.
- Paleorelieve colinado.

Formación La Victoria (*sensu* Guerrero 1993, en parte; Parra-Sánchez 2016; com. pers. Parra-Sánchez 2016)

Sinónimos

- Serie Honda inferior (Butler 1942, en parte)
- Gravas y Arcillas de Cerbatana con las Arcillas de San Nicolás (Henao-Londoño *et al.* 1949, en parte)
- Cerbatana *Gravels and Clays* (Henao-Londoño 1950, en parte)
- Cerbatana *Gravels and Clays including San Nicolás Clays* (Fields & Henao-Londoño 1949, en parte)
- Cerbatana *Gravels and Clays* (Stirton 1953b, en parte)
- Cerbatana *Gravels and Clays* (incluye San Nicolás *Clays*) (Fields 1959, en parte)
- Miembro Perico: Formación La Dorada (Wellman 1970, en parte)
- Secuencia B: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)
- Secuencia C: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)
- Formación La Victoria (Villarroel *et al.* 1996, en parte)

Localización

Localizada entre las formaciones San Alfonso en la base y Cerbatana en el techo (Figura 3).

Características

Esta formación es muy espesa; se caracteriza por presentar bancos planares de areniscas grises de hasta 30 m de espesor, separados por limolitas (denominada Chunchullo). Lodolitas y en menor cantidad arcilitas separan los bancos de areniscas; se registran algunas arcilitas de origen lacustre (denominada *San Nicolas Clays*) (Anexo 2).

Ambiente Sedimentario

Las características sedimentológicas indican que, como resultado de procesos fluviales, se desarrolló un río meándrico, permanente y estable, con gran caudal y baja carga de sedimentos de granos finos compuestos principalmente por bancos de arena de hasta 30 metros de espesor intercalados con segmentos de limos y limolitas arcillosas de grosor similar, el cual atravesaba la formación. Esta tipología permite inferir un ambiente sedimentario; y a partir de las montañas de arena hacia la base occidental de la formación se deduce la presencia de un gran lago. Nódulos de óxido de hierro de coloración roja evidencian la presencia de paleosuelos (Figura 5; Anexo 4).

Características marcadoras

Litológicamente consta de bancos de areniscas de hasta 30 metros de espesor intercalados con segmentos de limos y limolitas arcillosas de espesor similar. Por lo tanto, se pueden definir dos capas marcadoras:

- Capa de Los Lagos.
- Areniscas de San Nicolás.

Formación Cerbatana (*sensu* Henao-Londoño 1950, en parte; Takai *et al.* 1992; com. pers. Parra-Sánchez 2016)

Sinónimos

- Serie Honda inferior (Butler 1942, en parte)
- Cerbatana *Gravels and Clays* (incluye San Nicolás *Clays*) (*sensu* Stirton 1953b, Fields 1959, en parte)
- Río Seco *Conglomerate*: Formación La Dorada (*sensu* Wellman 1970)
- Secuencia C: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)
- Cervetana *Formation* (Takemura *et al.* 1992)
- Miembro Cerbatana: Formación La Victoria (Villarroel *et al.* 1996)
- Cerbatana *Conglomerate Beds*: Formación La Victoria (Guerrero 1997)

Localización

Localizada entre las formaciones La Victoria en la base y Villavieja en el techo. Enmarcada en la cuenca de la Quebrada Cerbatana (Figura 3).

Características

Capas muy ricas en cantos que afloran en la divisoria de aguas de las quebradas Cerbatana y La Venta; conformada por un segmento de estratos ricos en cantos y guijos. Presenta estratos lenticulares de areniscas y lodolitas. El estrato basal lo conforma una arenisca gruesa con gravas flotantes o pequeños nidos lenticulares de éstas; el techo es un banco espeso de 10 m de conglomerados (Anexo 2).

Ambiente Sedimentario

La cuenca de la Quebrada Cerbatana se caracteriza por presentar capas de sedimentos de diferentes tamaños, especialmente grano grueso (grava). Representa una sedimentación torrencial, quizás por ríos trenzados (Guerrero 1993), lo que sugiere que era un gran río torrencial (alta carga), elongado y trenzado, muy ancho, profundo cuyo caudal era más reducido con respecto al de la Formación La Victoria (Guerrero 1993). Este tipo de río permite el desarrollo de llanuras de inundación y llanuras pedregosas (Figuras 6; Anexo 5).

Características marcadoras

La característica sedimentológica marcadora son los grandes espesores de estratos de gravas.

Formación Villavieja (*sensu* Guerrero 1993; Parra-Sánchez 2016; com. pers. Parra-Sánchez 2016)

Sinónimo

- *Upper Red through Monkey Unit* (Fields 1959)
- Formación Villavieja (*sensu* Wellman 1970, en parte)
- Secuencia D: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)
- Formación Villavieja (*sensu* Villarroel *et al.* 1996, en parte)
- Miembro Baraya: Formación Villavieja (*sensu* Guerrero 1997)

- Miembro Cerro Colorado: Formación Villavieja (*sensu* Guerrero 1997, en parte)

Localización

Localizada entre la Formación Cerbatana, en la base, y las mesetas de la Formación Mesa del Plioceno (Butler 1942, Royo y Gómez 1942, Henao-Londoño 1950, Wellman 1970) (Figura 3).

Observación

Basado en la propuesta *sensu stricto* realizada por Fields (1959), pero se redefine el nombre ya que se prioriza la nominación dada por Wellman (1970) a la mayor parte de esta unidad.

Características

Litológicamente presenta varias capas claramente distinguibles, definidas por Henao-Londoño (1950) y Fields (1959). Es un conjunto de capas dominadas por lodolitas, con areniscas intercaladas y en menor cantidad arcilitas, al igual que nódulos de óxido de hierro de coloración roja que evidencian la presencia de paleosuelos (Anexo 2).

Ambiente Sedimentario

A partir de las características sedimentológicas como la presencia de areniscas y arcillas (areniscas ferruginosas, areniscas, arcillas de la Quebrada La Venta), se infiere que esta área estaba bañada por un gran río ondulado de bajo caudal al cual llegaba una gran cantidad de tributarios (Capas de Peces), lo que permitió la formación de llanuras de inundación (Guerrero 1993). Se registran zonas de relieve ondulado, no inundable, con suaves pendientes (estratos rojos); al parecer este relieve está conformado por material de la Cordillera Oriental (Figura 7; Anexo 6).

Características marcadoras

Litológicamente presenta varias capas claramente distinguibles:

- *Monkey Unit*: limos y arcillas de color gris a rojizo.
- *Fish Beds*: areniscas de color verde.
- *La Venta Clays and Sandstones*: arenisca de color gris.
- *Ferruginous Sandstones*.
- *Lower Red Beds*: arcillas de color rojo intenso (pardo rojizo y pardo rojizo oscuro).
- *Unit between Upper and Lower Red Beds*.
- *Upper Red Beds*: arcillas rojas que alternan con arcillas de color marrón, capas de areniscas de color gris.

Formación Las Mesitas (*sensu* Fields 1959; com. pers. Parra-Sánchez 2016)

Sinónimos

- *Brown Sequence* (Henao-Londoño 1950)
- Formación Cambras (De Porta 1966)
- Formación San Antonio (De Porta 1966)
- Formación Los Limones (De Porta 1966)

- Cerro Colorado *Redbed Member* (Wellman 1970, en parte)
- Miembro Cerro Colorado (Wellman 1970)
- Secuencia D: Formación Honda (Van der Wiel 1991, en parte)
- Miembro Cerro Colorado: Formación Villavieja (*sensu* Guerrero 1997, en parte)

Localización

Inmersa en parte en la Formación Villavieja; corresponde a las capas que están por encima de *Upper Red Beds* y por debajo de la Formación Neiva, separada de esta por una leve discordancia (Henao-Londoño 1950) (Figura 3).

Características

Consiste en un alternado de limolitas de coloración rosa a pardo en grandes bancos separados por estratos de areniscas grises de menor espesor; varía la geometría de las areniscas, entre los que se encuentran capas de estructura lenticular de pocas decenas de metros y suave pendiente, con areniscas gravillosas y estratos planares de areniscas; el espesor estimado es de 300 m (Anexo 2).

Ambiente Sedimentario

Presenta una mezcla de estratos de diferente geometría, entre los que se encuentran capas de estructura lenticular semejante a las de la Formación San Alfonso, pero de pocas decenas de metros (mucho más finas) y con una pendiente más suave (abanicos aluviales), con gravas y areniscas gravillosas. Se registran estratos planares de areniscas y limos de pocos metros de espesor, lo que permite deducir la presencia de un río ondulado con abundantes tributarios semejantes a los de la Formación Villavieja, pero mucho más pequeño en carga sedimentaria y cauce. También presenta una pequeña franja de relieve positivo a partir del cual se infiere que esta formación presenta influencia de la Cordillera Oriental (Figura 8; Anexo 7).

Características marcadoras

- Capas de estructura lenticular de pocas decenas de metros con gravas y areniscas gravillosas.
- Estratos planares de areniscas de pocos metros de espesor junto con limos de igual espesor.
- Paleorelieve colinado de baja altura.

PALEOSUELOS DE LA VENTA

Los paleosuelos de La Venta se evidencian por cambios de color, de gris verdoso (material parental) a rojo y púrpura, pequeños nódulos de calcita dispersa, grietas de desecación, restos radiculares con coloraciones grises, pequeños nódulos de óxido de hierro, horizontes de suelo (Guerrero 1997). Cuando los paleosuelos son suficientemente desarrollados, extensos y continuos, pueden ser usados como marcadores estratigráficos.

Según Guerrero (1997) no hay evidencia faunística ni ninguna otra que indique que los paleosuelos de La Venta se vieran afectados por algún cambio climático, y resalta que si hubo alguna variación climática causada por el enfriamiento en alta mar durante el Neógeno (12,9 - 11,9 Ma) (Keller & Barron 1987), su afectación en los paleosuelos fue muy pequeña en comparación con los dramáticos cambios que se presentaron en las tasas de sedimentación (tasa de sedimentación promedia: Formación La Victoria: aproximadamente 950 mm/1.000 año, Formación Villavieja: aproximadamente 413 mm/1.000 año).

Flórez *et al.* (2013) reconocen siete fragmentos de paleosuelos al interior de *Red Bed* (*sensu* Fields 1959), formados en el Mioceno bajo climas que habrían variado desde húmedos hasta áridos y en paleorelieves colinados de baja altura; según estos autores, los paleosuelos analizados fueron portadores de biomas secos, los cuales debieron coexistir con planicies aluviales asociadas a biomas húmedos boscosos, y plantean que es probable que dependieran de la humedad residual del sedimento y fueran tolerantes a la inmersión temporal durante las inundaciones de grandes ríos.

BIOTA FÓSIL

Macrofósiles vegetales

En los estratos cerca a Fortalecillas se registran xilópalos o árboles silicificados, algunos de aproximadamente un metro de diámetro (km 158 - 500 del ferrocarril de Neiva, km 18 - 200, km 29 - 800 de la carretera Neiva - Villavieja) (Fields 1959); en las terrazas de San Alfonso, Royo y Gómez (1942a, b) indica la presencia de vegetales (*sensu lato*); en Río Seco *Conglomerate* hay fósiles de plantas silicificadas (Wellman 1970); en *Ferruginous Sands* se registra la presencia de gran cantidad de pequeños fragmentos de madera fosilizada; y en *Brown Sequence* hay abundantes hojas y troncos fósiles (Fields 1959).

Polen fósil

Para las rocas aflorantes en el área de La Venta, no se ha publicado ningún registro sobre polen fósil (ver Kay & Madden 1997, P: 537). Los únicos trabajos para el Mioceno en Colombia son los de Jaramillo *et al.* (2006) quienes analizan el polen y las esporas fósiles de diferentes secciones estratigráficas que comprenden entre el Cretácico superior (Campaniano) y el Mioceno medio del centro de Colombia (flanco oriental de la Cordillera Oriental) y el occidente de Venezuela. Parra *et al.* (2009) establecen la biozonificación palinológica del Paleoceno superior al Mioceno inferior de la Formación Carbonera en la Cuenca Medina ubicada en el flanco oriental de la Cordillera Oriental de Colombia.

Fauna fósil: diversidad taxonómica y aspectos bioestratigráficos

La fauna de La Venta se empieza a conocer a partir de las primeras publicaciones realizadas por Royo y Gómez (1942a, b) en las cuales registra yacimientos de vertebrados para las areniscas del Grupo Honda superior, camino a San Alfonso: al sur de la Loma de La Barqueta: reptiles (Crocodilia); en las terrazas de San Alfonso: anfibios (Anura), cocodrilos, peces teleósteos, pequeños coprolitos; al occidente de Cerro Gordo: tortugas; entre la Quebrada Pechoyo y Cerro Gordo: abundantes fragmentos de tortugas, cocodrilos, dientes de roedores (*Scleromys schümanni*) y ungulados; y cerca a la hacienda San Nicolás: tortugas y grandes mamíferos.

Henao-Londoño (1950) establece que la Serie Honda superior expuesta en La Venta pertenece al Mioceno superior, inferencia realizada a partir de la fauna de mamíferos fósiles. Este autor registra que la capa Arenosa *Sandstone and Siltstones* no es tan fosilífera; en la parte superior se encuentra una localidad muy rica en fósiles de Astrapotheria, Toxodonte y abundantes restos de peces; a 150 m por debajo de la localidad “Astrapothere”, registraron un cráneo de un pequeño mamífero *aff.* Interatheridae; el autor considera que *Unit above Fish Bed*, *Fish Bed*, *Unit below Fish Bed* y *Monkey Unit* son las capas más fosilíferas de La Venta; en *Monkey Unit* la riqueza fosilífera predomina sobre las capas de areniscas, y en *Fish Bed* registra un alto contenido de dientes de roedores, coprolitos, entre otros.

Henao-Londoño (1950) y Stirton (1953b) mencionan que no se han encontrado diferencias evolutivas entre los fósiles de vertebrados de las capas donde se registra la fauna de La Venta; desde la base, en Cerro Gordo, hasta el techo, las capas debajo de Villavieja.

En 1951, Savage hace un compendio de la lista de vertebrados fósiles del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena. Stirton & Savage (1951) describen un nuevo primate para La Venta (*Cebupithecium sarmientoi*). Stirton (1953b, P: 607, 909: Fig. 2, P: 612) hace un análisis sobre la fauna de La Venta interpretada para el Mioceno superior, específicamente de la fauna de mamíferos, a partir del cual se establece que es uno de los mayores ensambles de vertebrados fósiles de Suramérica, evidencia que se relaciona con el carácter litológico de sus capas (Fields 1959). Por su parte, Miller (1953) describe para La Venta, un nuevo género y especie de ave, *Hoazinoides magdalenae* (Opisthocomidae). Fields (1959), para el Líbano *Sands and Clays*, reconoce vertebrados fósiles sobre limolitas, y que algunas de las arcillas son muy fosilíferas, especialmente las que están en la parte más inferior, y las areniscas contienen tortugas en concreciones. En Cerbatana *Gravels and Clays* la riqueza fosilífera se presenta en El Dinde (San Nicolás). En *Monkey Unit* se registran primates, entre otros vertebrados fósiles; en *Unit below Fish Bed* fósiles de vertebrados; en *Fish Bed* abundantes espinas de peces, coprolitos y dientes de roedores. *Ferruginous Sands* es una capa con pocos vertebrados fósiles, con excepción de algunos restos de reptiles. Los fósiles son muy abundantes, especialmente en *Unit between Ferruginous Sands*, *Lower*

Red Bed, Unit between Upper (URB) y Lower Red Bed.

Estes (1961) describe dos lagartijas de La Venta pertenecientes a las familias Teiidae e Iguanidae; este mismo autor en 1963 realiza un estudio osteológico del material de anfibios (familia Bufonidae) presentes en la región. De Porta (1969) hace una lista de la fauna de vertebrados fósiles de Colombia registrados desde el Cretácico hasta el Cuaternario, con énfasis en el aislamiento del continente suramericano. Auffenberg (1971) describe un nuevo fósil de tortuga para La Venta y Hirschfeld (1976) registra una nueva especie fósil de oso hormiguero (*Neotamandua borealis*). Hirschfeld & Marshall (1976) realizan una nueva lista de la fauna de La Venta de Colombia; Marshall (1976) describe un nuevo marsupial (*Marmosa laventica*); Wood (1976) describe dos nuevas especies de *Chelus* (Testudines); Marshall (1977) describe otro nuevo marsupial (*Lycopsis torresi*); Villarroel (1983) describe una nueva especie de Glyptodontidae (*Asterostemma acostae*); Setoguchi & Cadena (1984) relacionan la morfología y la función de la dentición de *Stirtonia* con la de *Alouatta*; Setoguchi & Rosenberger (1985a, b) reconocen otro nuevo Cebidae para La Venta (*Micodon kiotensis*); Setoguchi *et al.* (1985) describe un nuevo primate de la familia Cebidae, “*Kondous laventicus*”, luego referido a *Stirtonia tatacoensis* (Kay *et al.* 1987); Busbey (1986) refiere nuevo material de *Sebecus* cf. *huilensis* para el área; Luchterhand *et al.* (1986) describen un nuevo primate, *Mohanamico hershkovitzi* (Cebidae); Kay *et al.* (1987) describen una nueva especie de primate (*Stirtonia victoriae*); Setoguchi & Rosenberger (1987) registran un nuevo Pitheciidae para La Venta (*Aotus dindensis*) y Gebo *et al.* (1990) analizan nuevo material de este primate; Cifelli & Guerrero (1989) publican nuevos registros de *Prothoatherium colombianus* (Litopterna: Mammalia), grupo de los ungulados de “tobillo simple” (Guerrero 1985).

Meldrum *et al.* (1990) analizan el húmero de *Cebupithecia sarmientoi* y *Neosaimiri fieldsi*; Takai & Setoguchi (1990) registran las localidades de los fósiles de primates de La Venta *Badlands*; Meldrum & Lemelin (1991) analizan el esqueleto axial de *Cebupithecia sarmientoi* (Pitheciidae); Rosenberger *et al.* (1991b) registran un nuevo género de Primate (*Laventiana annectens*); Takai *et al.* (1991) describen un murciélago de la familia Molossidae; Lundberg & Chernoff (1992) registran un nuevo Arapaimidae (*Arapaima gigas*); Kay (1994) describe a *Lagonimico conclucatus* (? Pitheciidae); Takai (1994) registra nuevo material de *Neosaimiri fieldsi*; Meldrum & Kay (1997) registran un nuevo Pitheciidae (*Nuciraptor rubricae*); Nakatsukasa *et al.* (1997) analizan material de poscráneo de *Neosaimiri fieldsi* con el fin de caracterizar su morfología funcional y comportamiento locomotor y lo comparan con ejemplares del género *Saimiri*; y Villarroel (1997) realiza una descripción detallada de los dientes del Leontiniidae (*Huilatherium pluripicatum*).

Kay *et al.* (1997) hacen un compendio de la información de La Venta, en donde se registran cerca de 128 taxones de vertebrados, de los cuales 93 son mamíferos (72,66 %) y 11 son primates (11,83 %), siendo La Venta el área más importante en riqueza de primates del Mioceno medio en América del Sur. Villarroel (2000) registra un nuevo Mylodontidae (*Brievabradys laventensis*); Takai *et al.* (2001) un nuevo Platyrrhini para el

Mioceno medio (*Miocallicebus villaviejai*: Pitheciidae); Czaplewski *et al.* (2003) establecen nuevas especies y géneros de murciélagos para esta región (Emballonuridae, Molossidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae, Vespertilionidae); Lundberg (2005) describe un nuevo Pimelodidae (*Brachyplatystoma promagdalenae*); Takai *et al.* (2009) realizan un análisis sobre el significado del dimorfismo sexual en *Aotus dindensis*.

Madden *et al.* (1997) describieron 71 especies de mamíferos terrestres, pertenecientes a 53 géneros y 29 familias, los cuales se han ubicado en 52 niveles fosilíferos estratigráficos; estos autores mencionan que los fósiles de mamíferos, generalmente identificables, han sido recuperados en 48 de estos niveles (Nivel 1: *Duke Locality* 49, 110, 146 - Nivel 48: *Duke Locality*: 126), y definen el nivel fósil como una serie de localidades prospectadas que no pueden ser subdivididas estratigráficamente.

Madden *et al.* (1997) reconocen e identifican la Zona de Asociación de *Miocochilius* (ZAM) la cual lleva el nombre del fósil más común del Grupo Honda, *Miocochilius* (Interatheriidae: Notoungulata), es un mamífero pequeño herbívoro. La base del ZAM es definida por la coincidencia estratigráfica de la ocurrencia del primer registro de *Miocochilius* sp. nov.1, junto con la presencia de *Scleromys colombianus* (Dinomyiidae: Rodentia), *Granastrapotherium snorky* (Uruguaytheriinae: Astrapotheriidae: Astrapotheria) y *Scirrotherium hondaensis* (Pampatheriidae: Cingulata: Xenarthra). El límite superior del ZAM está definido por la última ocurrencia de: *Miocochilius anomopodus*, “*Scleromys*” *schurmanni*, *Prodolichotis pridiana* (Dolichotinae: Caviidae: Rodentia), “*Olenopsis*” (Dinomyidae: Rodentia) (tamaño grande), *Xenastropotherium kraglievichi* (Uruguaytheriinae: Astrapotheriidae: Astrapotheria), *Pericotoxodon platignathus* (Dinotoxodontinae: Toxodontidae: Notoungulata). Otros taxones característicos del ZAM son: *Pedrolypeutes praecursor* (Tolypeutinae: Dasypodini, Dasypodinae: Dasypodidae: Cingulata: Xenarthra), “*Neoreomys*” *huilensis* (Dasypodidae: Rodentia), *Stirtonia* spp. (Alouattinae: Atelidae: Primates), *Huilatherium pluriplicatum* (Leontiniidae: Notoungulata), *Glossotheriopsis pascuali* (Mylodontinae: Mylodontidae: Xenarthra).

En síntesis, teniendo en cuenta las unidades litoestratigráficas de Henao-Londoño (1950), Fields (1959) hay registro fósil en:

- Arenosa *Sandstone and Siltstone*: aunque no es tan fosilífera como los demás estratos de la parte superior, se registran fósiles en la parte media.
- Líbano *Clays and Sandstones*: algunas de las arcillas son muy fosilíferas, especialmente las que están en la parte más inferior; mientras que en las areniscas ocasionalmente se registran remanentes de tortugas en bloques de concreciones.
- Cerbatana *Gravels and Clays*: miembro San Nicolás: es la parte más gruesa y fosilífera.
- *Monkey Unit*: nombre dado por los primeros fósiles de primates registrados en La Venta.
- *Fish Beds*: abundancia de restos fósiles de peces (coprolitos, dientes, espinas, vértebras) y alto contenido de dientes de roedores.

- *Ferruginous Sandstones*: muy rica en pequeños fragmentos de madera fosilizada y concreciones redondas de carácter ferruginoso. Casi no hay vertebrados fósiles, con excepción de algunos restos de reptiles.
- *La Venta Clays and Sandstones*: los fósiles son muy abundantes especialmente hacia el suroriente.
- *Intermediate Clays and Sandstones*: no hay registros de fósiles.
- *Brown Sequence*: se registran pocos fósiles de vertebrados, abundantes hojas y troncos fósiles.

BIOESTRATIGRAFÍA

Madden *et al.* (1997) plantean la siguiente bioestratigrafía referida a las especies de mamíferos no voladores del área de La Venta (Grupo Honda):

- Tres especies de *Miocochilius* con rango estratigráfico superpuesto:
 - *Miocochilius anomalus* Stirton: Nivel 3 - 48
 - *Miocochilius* sp. nov.1 (tamaño mediano): Nivel 1 - 21
 - *Miocochilius* sp. nov.2 (tamaño pequeño): distribución restringida, no se registra en los límites del (ZAM)
- Las especies más basales de cada linaje se encuentran en los niveles más bajos:
 - “*Scleromys*” *schurmanni*: Nivel 1 - 29
 - “*Scleromys*” *colombianus*: Nivel 4 - 25
- Las especies de tamaño más grande afines a las especies de “*Scleromys*” se registran en la Formación Villavieja:
 - “*Scleromys*” *schurmanni*: Nivel 35 - 45
 - “*Scleromys*” *colombianus*: Nivel 35 - 48
- Astrapotheria:
 - *Granastrapotherium snorky*: Nivel 1 - 45
 - *Xenastropotherium kraglievichi*: Nivel 33 - 48
- Otros taxones:
 - *Scirrotherium hondaensis*: Nivel 1 - 43
 - *Prodolichotis pridiana*: Nivel 10 - 48
 - “*Olenopsis*” spp. (tamaño grande): Nivel 3 - 48
 - *Pericotoxodon platignathus*: Nivel 3 - 48
 - *Huilatherium pluriplicatum*: Nivel 3 - 45
 - “*Neoreomys*” *huilensis*: Nivel 7 - 35
 - *Glossotheriopsis pascuali*: Nivel 7 - 35

Primates

- *Stirtonia*: es el fósil de primate más común del Grupo Honda:
 - *Stirtonia tatacoensis*: Nivel 24 - 37
 - *Stirtonia victoriae*: Nivel 4 - 22

PALEOAMBIENTES

A partir de la evidencia litológica y de la información fósil se define que el Grupo Honda se estableció en abanicos aluviales y sedimentos volcánicos, en grandes planicies de inundación del Grupo Gualanday (Oligoceno) (Butler 1942, Stirton 1953b) [? Eoceno superior a Oligoceno] *sensu* Van der Wiel 1991, Van der Wiel & Van der Bergh 1992, Van der Wiel *et al.* 1992), y parcialmente en sedimentos más viejos como penillanuras (Henao-Londoño 1950, Fields 1959) durante el levantamiento activo o de volcanismo en los periodos de quietud tectónica y volcánica (Van der Wiel 1991, Van der Wiel & Van der Bergh 1992, Van der Wiel *et al.* 1992).

Los estratos incluidos en el Grupo Honda superior evidencia periodos de lluvias y orogénesis local con depósitos de areniscas y gravas que fueron precedidos por una amplia acumulación de areniscas, limos y lodos (Stirton 1953b). Henao-Londoño & Fields (1949) sugieren que los sedimentos se acumularon y se hundieron lentamente, alcanzando una gran extensión y que formaron una cuenca lagunar donde se depositaron las areniscas y el fango a lo largo de sistemas de ríos trenzados y meándricos que corrían hacia el oriente, sobre una parte del área que hoy ocupa la Cordillera Oriental (Butler 1942); para esta zona también se registran conglomerados que indican periodos de inundación (Henao-Londoño & Fields 1949).

En Cerro Gordo, dentro de las areniscas, se encuentran numerosos bloques angulares de andesitas, evidentemente lavadas por las llanuras de inundación y enterradas por El Líbano *Sands and Clays*; esta capa se depositó en un periodo de fuertes lluvias estacionales cuyas inundaciones transportaron granos finos de limos y arcillas; simultáneamente las corrientes meándricas atravesaban las tierras bajas y depositaron areniscas de diferente grosor; por otra parte, zonas oxidadas indican periodos de humedad y sequía, probablemente como resultado del cese de las inundaciones durante la estación seca cuando las corrientes parcialmente se retiraron de las llanuras de inundación (Fields 1959).

Las características de Cerbatana *Gravels and Clays* indican que el clima y el relieve en su inicio, eran semejantes a las que se presentaron cuando se depositó la capa de El Líbano, posteriormente se intensificó la lluvia y la orogenia. Afloramientos de *chert* del Cretácico al igual que áreas que contienen rocas metamórficas ígneas contribuyeron con el material clástico grueso. La parte basal de esta unidad en contacto con El Líbano *Sands and Clays* está marcada por un cambio de predominancia de limos y arcillas a areniscas gruesas, lo que indica que hubo un aumento en las precipitaciones, acompañado de un incremento en el gradiente de la corriente; las inundaciones fueron extensas y probablemente continuas. En las planicies de inundación, las areniscas se depositaron rápidamente; las corrientes proporcionaron areniscas, limos y fango sobre las áreas húmedas del Cerbatana (Fields 1959).

La Formación La Victoria se formó por depósitos de ríos meándricos de hasta 8 a 10 m de profundidad, que corrían en dirección oriente - suroriente, siendo ríos aparentemente continuos hacia el este. El Conglomerado Cerbatana estaba conformado por ríos trezados y la Formación Villavieja por ríos meándricos hasta de 2 a 3 m de profundidad, cuyo cauce inicial corría hacia el oriente; posteriormente la dirección de estas corrientes se invirtió hacia el occidente, con un patrón de ríos anastomosado (Guerrero 1997).

Fish Bed acumuló mucho material de areniscas y arcilla que se depositó en la corriente y nuevamente formó un lago semejante a una playa, y los sedimentos de la capa *Lower Red Beds* (LRB) se depositaron allí; el color rojo de esta capa presumiblemente se deba a la oxidación subaérea de minerales de hierro. Extensas inundaciones depositaron arcillas en LRB que se distribuyen en las tierras bajas y junto con las areniscas se situaron a lo largo de los canales de los ríos. Al mismo tiempo había una renovación del volcanismo en la Cordillera Central que se observa en las capas superiores de LRB (Fields 1959).

Las Mesitas, con sus capas gruesas de areniscas, se establecieron a lo largo de los canales y los limos que contienen bentonita se propagaron sobre las planicies de inundación (Fields 1959).

Takemura (1985) establece la dirección de las paleocorrientes deducidas a partir de la dirección de los *torpedo shape*, lo cual permitió definir las características meándricas de los ríos y propone que los sedimentos de areniscas fueron depositados alrededor de estos.

El Miembro Baraya y la parte baja de Cerro Colorado fueron depositados por ríos meándricos, más pequeños que los que dieron origen a la parte inferior de la Formación La Victoria. La parte superior del Miembro Cerro Colorado pudo haber sido depositada por ríos meándricos y anastomosados. Las paleocorrientes presentes en estos dos miembros indican que los ríos fluyeron en la misma dirección que los de la Formación La Victoria, es decir hacia el E y ESE; sin embargo, en la parte superior del Miembro Cerro Colorado las paleocorrientes indican una tendencia hacia el oeste (Villarreal *et al.* 1996, Guerrero 1997).

Los sedimentos de La Venta, *sensu* Fields (1959) se establecieron en depósitos aluviales y planicies de inundación del Grupo Gualanday; teniendo en cuenta los minerales aquí registrados, es probable que los principales sedimentos provengan tanto del sur como del occidente de la región, como es el caso de las hornblendas derivadas de la desintegración de rocas plutónicas graníticas y dioríticas de la Cordillera Central. Este último autor enfatiza que no se cuenta con una buena información sistemática y estratigráfica acerca de los fósiles del Grupo Honda y, por lo tanto, la información paleontológica de esta unidad no se puede integrar con su litología.

Flynn *et al.* (1997) plantean que las diferencias litológicas entre las formaciones La Victoria y Villavieja son el resultado de cambios en las tasas de sedimentación o de cambios paleoambientales; además, respecto a la composición faunística, proponen la hipótesis de que los cambios de la fauna de vertebrados evidenciados a través de dichas formaciones serían el resultado de tectónica regional, cambio climático y ambiental (fragmentación, inmigración), entre otros factores.

Kay & Madden (1997) realizan un análisis paleoecológico en el cual establecen una relación entre los mamíferos registrados en La Venta y la intensidad de las lluvias y postulan que la fauna de La Venta corresponde a un medio ecuatorial de baja altitud, caracterizado por la presencia de llanuras de inundación, selvas inundadas y diversos bosques, incluyendo bosques de ribera. De acuerdo a estos autores, las llanuras de inundación se habrían desarrollado dentro de un cinturón de meandros sometidos a períodos de inundación. En síntesis, ellos proponen la presencia de bosques húmedos extensos sin el predominio de áreas abiertas, un ambiente conformado por mosaicos de vegetación caracterizados por diferentes etapas sucesionales iniciadas por los cambios en los cursos de los ríos y posiblemente modificadas por la presencia de grandes herbívoros.

Las interpretaciones paleoambientales, deducidas del registro estratigráfico y de los fósiles han sido variadas, especialmente en lo concerniente a la existencia o no de periodos secos prolongados. Kay & Madden (1997) sugieren que, durante el Mioceno medio, La Venta se ubicó sobre una península aislada del resto del continente por un brazo del mar que se extendía desde la cuenca del Maracaibo hasta la Amazonia occidental. El Grupo Honda superior no incluye características asociadas a déficits estacionales prolongados de lluvias, los vertebrados fósiles (Kay *et al.* 1997 y referencias allí citadas) demuestran evidencias de la presencia de bosques que refieren a un ambiente muy diferente al de llanos y sabanas planteado por Stirton (1953b) y Wellman (1970).

CAPÍTULO III - MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El Grupo La Venta se encuentra en la ribera derecha del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena enmarcado entre tres discordancias: la base, limita con el techo del Grupo Gualanday; el techo, limita con la base de la Formación Valla del Mioceno superior; y el flanco occidental, limita con el techo de la Formación Xilópalo del Mioceno inferior (Parra-Sánchez 2016) (Figura 2).

La Venta se localiza en el extremo norte de la subcuenca de Neiva, entre 35 a 40 km del NNE de la ciudad con este mismo nombre, a lo largo de la ribera derecha del Valle Superior de la Cuenca del Magdalena, entre las cordilleras Central y Oriental, en el área conocida desde la década de 1940 como Desierto de La Tatacoa (Villarroel *et al.* 1996).

El área tenida en cuenta en la presente investigación es de 534.151.529 m², la cual limita al nororiente con la población de San Alfonso, en la ribera izquierda de las quebradas Las Gutiérrez y Zanja Honda; al noroccidente con la población de Potosí, bordeada por el Alto del Patá cerca al Paso de Golondrinas; al sur con el norte de la población de Polonia, Cerro Colorado y la ribera derecha del Río Villavieja; al oriente con la ribera izquierda de la cuenca media del Río Cabrera, flanco izquierdo de Cerro Gordo y la ribera izquierda de las quebradas La Arenosa, Peralta, El Totumo y Saltarén; al occidente con la ribera derecha de la cuenca alta del Río Magdalena y la ribera derecha de las quebradas El Líbano, Yeguerita y La Yeguera. Esta área actualmente es drenada por las quebradas Potosí, Los Indios, El Cardón, La Victoria, Arenoso, Tres Pasos, Chunchullo, Atoyosa, La Tatacoa, Guayabo, Balsillas, Pontesula, Cerbatana, La Arenosa, Salto, Cabuyal, Los Hoyos, Barzalosa, Pachingo, La Venta, El Venado, San Francisco y Las Lajas. El Grupo La Venta se encuentra entre las coordenadas: Norte: 03,415 latitud Norte -75,102 longitud Oeste, Sur: 03,149 latitud Norte -75,105 longitud Oeste, Oriente: 03,183 latitud Norte -75,071 longitud Oeste, Occidente: 03,288 latitud Norte -75,235 longitud Oeste.

LITOESTRATIGRAFÍA Y GEOCRONOLOGÍA

El objetivo de la presente investigación es la reconstrucción de los paleoambientes del Mioceno medio, por lo tanto, se partió de la información disponible de los ambientes sedimentarios propuestos por Fields (1959), Guerrero (1997), y Parra-Sánchez (2016) (Anexo 1); la geocronológica que se siguió fue la de Parra-Sánchez & Restrepo-Moreno (2014) y Parra-Sánchez *et al.* (2015); y la información de paleosuelos de Flórez *et al.* (2013); a estas investigaciones se le incorporó la información biótica en la cual se incluyen macrofósiles vegetales, polen fósil e información de

vertebrados registrada en la literatura y obtenida en nuevas pesquisas, lo cual permitió inferir el ambiente biótico. A partir de la integración de estos dos ambientes, el sedimentario y el biótico, se proponen posibles paleohábitats para el Grupo La Venta.

BIOTA FÓSIL

Macrofósiles vegetales

Las concreciones registradas se detallaron de acuerdo a si presentaban o no en su parte interna arena y se les comprobó la presencia de carbonato de calcio con una solución de ácido clorhídrico (HCl). El ácido produce efervescencia debido a la liberación de CO₂, lo cual revela la presencia de carbonatos libres. El procedimiento que se realizó fue agregar unas gotas de HCL a la concreción y observar si había o no efervescencia, si reacciona es positivo a material calcáreo (McKean 1993).

Polen fósil

Los estudios previos sobre polen fósil de esta región se han basado en otras formaciones, siendo ésta la primera vez que se extrae polen fósil de La Venta. Las muestras para procesamiento de polen fósil fueron recolectadas en los sitios identificados, previamente por los doctores M.T. Flórez Molina y L.N. Parra-Sánchez, como paleosuelos y en aquellos donde se registraron limos arcillosos finos de colores entre gris a gris oscuro (Figura 9). Se realizó el muestreo principalmente en las capas, *sensu* Fields (1959): Cerbatana *Gravels and Clays*: San Nicolás *Clays*, *Fish Bed* y *Upper Red Bed* (Anexo 2). Se recolectaron 100 centímetros cúbicos como mínimo por muestra.

Procesamiento químico de polen fósil

El procedimiento químico de las muestras se realizó en el Laboratorio de Génesis de Suelos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín, Antioquia), con el fin de establecer la presencia o no de polen fósil. El análisis de estas muestras indicó que eran muy pobres en materia orgánica y muy ricas en detritos siliciclásticos, por lo cual resultaron estériles cuando se emplearon los ácidos clorhídrico (HCl) y fluorhídrico (HF) del procedimiento estándar para arcillas (Gray 1965, Traverse 1988). A fin de precisar los análisis se realizaron las siguientes modificaciones:

- De cada muestra se trituró (en mortero de cerámica) entre 100 y 150 gramos de sedimento y se dejó a un tamaño de grano igual al de la arenisca de grano fino.
- El sedimento triturado se colocó en beaker de plástico (polipropileno), se agregó HCl al 37 % en frío durante una hora, se lavó, se dejó en HF comercial durante una hora, se lavó con agua destilada y acidulada al 10 %, se centrifugó a 3.000 rpm, se descartó el sobrenadante.
- Se verificó la parencia de palinomorfos en el residuo, se repitió el procedimiento hasta completar cuatro ciclos de HCl-HF-HCl-HF.

- Se repitió cuatro veces el procedimiento de lavar con agua destilada y acidulada al 10 %, se centrifugó a 3.000 rpms y se descartó el sobrenadante.
- Se filtró el residuo con tamiz de 120 micras con el fin de descartar materiales de mayor tamaño.
- Se dejó el residuo en solución HCl/HF en proporción 1:1 durante cuatro a seis horas, se calentó en baño maría con el fin de evitar la formación de coloides de fluorosilicatos, que debido a la digestión rápida de HF son comunes por el exceso de silicatos, los cuales, cuando se secan se expresan en la placa palinológica en forma de cristales.
- Se lavó el residuo cuatro veces con agua destilada y acidulada al 10 %.
- No se realizó el procedimiento de flotación, cuyo objetivo es concentrar el polen, debido a la presencia de granos de polen muy pequeños que se pierden en el proceso.
- Se montaron las muestras en bálsamo de Canadá siguiendo el procedimiento estándar. Se prepararon varias placas palinológicas por muestra, entre 8 y 15. En general las placas presentaron un bajo número de granos de polen.
- Las placas de polen fósil pertenecientes al proyecto “Paleoambientes y vertebrados asociados con los Primates del Mioceno medio de La Venta, Colombia”, se etiquetaron bajo el acrónimo: YMS-Po-001A, el cual significa: YMS: Yaneth Muñoz-Saba; Po: Polen; 001A: cada muestra tiene varias placas, la muestra se diferencia por el número (001, 002, ...) y las placas de la misma muestra por la letra (A, B, ...).
- Las placas de polen fósil se depositaron en el Laboratorio de Génesis de Suelos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín, Antioquia).

Análisis de polen

Cada placa palinológica fue analizada empleando un microscopio marca Olympus CX41, oculares WBB10X/20, aumentado a 400, objetivos 40X; los palinomorfos registrados se fotografiaron en este microscopio con cámara fotográfica incluida, marca Microscope Eyepiece Camera, 10MP Apetina Color CMOS, MU 1.000. Para la interpretación paleobotánica del registro fósil se empleó el concepto de afinidad con los taxones vegetales actuales (Graham 1999), asociados principalmente a los hábitats de bosque seco tropical, sabanas y bosque húmedo tropical, a partir de: (1) listas de plantas registradas en estos hábitats (Berrío *et al.* 2002, Figueroa & Galeano 2007, Leal *et al.* 2011, 2013, Instituto Humboldt 2014); (2) teniendo en cuenta lo anterior, se realizó una búsqueda de atlas palinológicos (Germeraad *et al.* 1968, Salgado Labouriau 1976, Dueñas 1980, Lorente 1986, Hoorn 1994a, b, Graham 2009, Magalhães & Ribeiro 2009, Nogué *et al.* 2009, Urrego *et al.* 2009, 2010, Leal *et al.* 2011); (3) se consultaron las bases digitales de palinomorfos disponibles en la página web de Carlos Jaramillo en el *Smithsonian Tropical Research Institute* en Panamá (Jaramillo & Dilcher 2001a, b, Raine *et al.* 2011 para *New Zealand* http://www.gns.cri.nz/what/earthhist/fossils/spore_pollen/catalog/index.htm); (4) se examinó la Palinoteca del Laboratorio de Paleoecología de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín, Antioquia); (5) con la información recopilada se realizó un atlas

palinológico con énfasis en la vegetación de bosque seco tropical, sabanas y bosque húmedo tropical; (6) el polen fósil se identificó a nivel de especie, género o familia, y se establecieron posibles marcadores (Tabla 1, Anexo 8).

Paleohábitat

Con el fin de plantear cuáles serían las posibles coberturas vegetales del Grupo La Venta, se partió de los ambientes sedimentarios propuestos por Parra-Sánchez (2016) para cada una de las formaciones del Grupo, y se llevó a cabo un análisis de presencia - ausencia de taxones (especies, géneros, familias) de polen fósil. El polen fue nominado a nivel de familia teniendo en cuenta su afinidad moderna, este tipo de designación del polen fósil facilita su comparación con coberturas vegetales actuales (Graham 1999); a partir de lo anterior, se identificaron asociaciones bióticas y se infirieron paleocomunidades vegetales del Mioceno del Valle Medio del Magdalena (Tabla 1, Anexo 8).

Fauna fósil

Para la compilación de la información de la fauna fósil del Grupo La Venta y con el fin de conocer las especies fósiles de esta zona se realizó una revisión de las siguientes colecciones:

Argentina

Colección de Primates, Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad (LIEB), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco, Esquel, Provincia de Chubut; Colección Paleontológica de Vertebrados, Museo de La Plata (MLP), La Plata, Provincia de Buenos Aires.

Colombia

Colección Paleontológica, Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez (IGM), Servicio Geológico Colombiano, Bogotá D.C.; Laboratorio de Paleontología de Vertebrados, Departamento de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.; Sala del Cenozoico, Museo de Historia Natural de La Sabana, Nemocón, Cundinamarca; Colección de Mamíferos (IAvH), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá; Colección de Mamíferos, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Se llevó a cabo trabajo de campo en el área delimitada como Grupo La Venta, con el fin de recolectar, si era posible, material adicional de fósiles de primates del Mioceno medio e incrementar el registro fósil de otros vertebrados; los números de campo asignados van desde el YMS-P-001 hasta el YMS-P-1.458 (YMS: Yaneth Muñoz-Saba; P: Paleontología), este material se depositará en las colecciones de la Universidad Nacional de Colombia. Los periodos de muestreo fueron: (1) 11 - 15 octubre 2010, (2) 16 - 20 noviembre 2010, (3) 13 - 24 febrero 2012, (4) 25 - 30 junio 2012, (5) 7 - 16 mayo 2013, (6) 30 septiembre - 9 octubre 2013, (7) 11 - 20 agosto

2014.

En general el material recolectado se encontraba en buen estado de preservación, sólo algunos ejemplares de *Balanerodus* (Alligatoridae: Crocodylia) registrados hacia el techo de la Formación La Victoria, se observaron erosionados, algunos sin bordes y con una coloración característica a los registros fósiles del Mioceno inferior; por lo tanto, estos fueron considerados como material retrabajado.

Se georeferenció el material fósil de vertebrados de La Venta, recolectado en la presente investigación (GPSmap 60CSx, marca Garmin). Este punto se priorizó ya que los materiales pertenecientes a muchas de las antiguas colecciones carecen de datos estratigráficos precisos (e.g. Formación La Victoria, Formación Villavieja: *Fish Beds*, *Monkey Beds*) y los nuevos estudios realizados y el trabajo de campo que se llevó a cabo en la presente investigación, indicaron que se requiere ser estricto con la ubicación del sitio de recolección, ya que en algunos sectores de La Venta se registran hiatos (antes no determinados) que revelan que a tan sólo a un metro de distancia lineal, estratigráficamente podemos tener registros del Mioceno medio o del Mioceno inferior (com. pers. L.N. Parra-Sánchez 2010). Por lo tanto, es necesario este control estratigráfico para el establecimiento de la fauna asociada con los diferentes paleoambientes y así definir con un mejor nivel de confianza los cambios de la diversidad (Tabla 2).

Se georeferenciaron 378 puntos registrados en Auffenberg (1971), Cifelli & Guerrero (1989), Estes (1961), Fields & Henao-Londoño (1949), Guerrero (1985, 1997), Henao-Londoño (1949), Madden *et al.* (1997), Marshall (1976), Royo y Gómez (1945), Stirton (1951), Takai (1994), Takai & Setoguchi (1990), Takai *et al.* (1992, 2001) y Takemura *et al.* (1992) (Tabla 3).

Se realizó la determinación taxonómica alfa del nuevo material fósil de mamíferos hallado durante las prospecciones de la presente investigación. Se incorporaron a esta lista los fósiles y sus identificaciones, siguiendo a diferentes autores: Antoine *et al.* 2011, 2013, Bourque 2012, Cabrera 1929, Carlini *et al.* 2008, 2013, Chimento 2012, Cifelli 1983, Cifelli & Soria 1983, Cifelli & Guerrero 1989, Croft 2007, Czaplewski *et al.* 2003, De Iuliis *et al.* 2000, 2009, De Muizon *et al.* 2003, 2004a, b, De Porta 1959, 1961, 1962, González-Ruiz & Scillato-Yané 2008, González-Ruiz 2010, González-Ruiz *et al.* 2009, 2010, 2011, Hershkovitz 1984, Hsiou 2007, Hsiou *et al.* 2009, 2013, Kay *et al.* 1987, 1997, Kramarz 2009, Meldrum *et al.* 1990, Meldrum & Lemelin 1991, Meldrum & Kay 1997, Miño-Boilini *et al.* 2011, Monsch 1998, Murelaga *et al.* 2002, Oliva *et al.* 2010, Nakatsukasa *et al.* 1997, Patterson 1934, Pujos & Salas 2004, Rinderknecht *et al.* 2011, Rivera-Sylva *et al.* 2011, Rosenberger *et al.* 1991b, Salas *et al.* 2005, Setoguchi & Cadena 1984, Setoguchi & Rosenberger 1985a, b, 1987, Setoguchi *et al.* 1985, Stehln 1939, Stirton 1947a, b, Stirton & Savage 1951, Takai 1994, Takai *et al.* 1991, 2000, 2001, 2009, Tejedor *et al.* 2005, Villaroel 1983, 1997, Zurita *et al.* 2009, 2012.

El objetivo central de la tesis es la reconstrucción de los paleoambientes del Mioceno medio, por lo tanto, se determinó el material fósil sin llevar a cabo revisiones sistemáticas exhaustivas de algún grupo en particular, pero asignando cada fragmento de acuerdo con sus rasgos diagnósticos provistos en las últimas revisiones taxonómicas. En las determinaciones cuando se llegó a nivel de especie o sólo hasta género, así se especifica. Sin embargo, en algunos casos, en un mismo género fueron evidentes “morfos”, que podrían a futuro corresponder a especies diferentes, por lo tanto, se indican tentativamente con el nombre del género seguido por la partícula sp1, sp2, etc. (Tabla 4; Anexo 12).

Para el género de primates *Nuciraptor* (Pitheciinae), se emplea el *cf.* en aquellos ejemplares en los cuales su taxonomía no ha sido aún definida, lo cual se debe a que el ejemplar es un fragmento o no hay material dentario asociado a los restos registrados; por lo tanto, Meldrum & Kay (1997) describen a estos morfos en similitudes por confirmar (*cf.*) basados en comparaciones morfológicas (forma, tamaño) y la procedencia de los ejemplares, lo cual les permite relacionarlos a un género o familia específico (e.g. IGM KU-8602: maxilar derecho con C1, P2; IGM 184667: pelvis parcial, extremidades pélvicas; IGM 184074: astrágalo izquierdo).

Análisis comparativo entre las diferentes formaciones

Se empleó el índice de similitud de Simpson (Programa PAST, versión 2.17c, 4.1 MB; http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm), con el objeto de calcular la similitud entre localidades (Simpson 1943, 1960), es decir, cuantificar si la composición de los taxones entre las formaciones del Grupo La Venta es similar o no. Este índice se emplea generalmente en análisis de muestras de registros fósiles, ya que algunas son más ricas taxonómicamente que otras; el análisis se realiza teniendo en cuenta la presencia o ausencia de los taxones, en la matriz estos son las filas y las formaciones las columnas (Vavrek 2011). Para los análisis de similitud entre el polen fósil presente en las diferentes formaciones del Grupo La Venta y el polen de las coberturas vegetales actuales, el estudio se realizó exclusivamente a nivel de familia (Tablas 5, 6). Para el análisis de vertebrados se tuvo en cuenta la presencia/ausencia de las especies, géneros y/o familias reconocidas (Tablas 7, 8); no se incluyó en el análisis el material indeterminado.

PALEOAMBIENTES

Teniendo en cuenta lo planteado por Kay *et al.* (1997), los paleoambientes asociados a la depositación del Grupo Honda son generalizados y se basan en información de los tipos de vegetación de la Formación Neiva (Grupo Huila) (Guerrero 1997), pero esta formación es principalmente volcánica y más joven que las formaciones La Victoria y Villavieja (Zapata 2006).

La reconstrucción de los paleoambientes de La Venta se basó en la información de los vertebrados fósiles recopilada en esta investigación y referenciada en la literatura, haciendo énfasis en el grupo de los mamíferos, la litología (*sensu*: Fields 1959, Guerrero 1997, Parra-Sánchez 2015), los paleosuelos (*sensu*: Flórez *et al.* 2013), el polen fósil y los macrorestos vegetales; estos dos últimos proporcionan evidencia directa sobre la vegetación presente en los yacimientos fosilíferos.

DIAGRAMACIÓN

El diseño de las ilustraciones fue realizado por Yaneth Muñoz-Saba; sugerencias al diseño y a la diagramación fueron elaboradas por la ilustradora científica Marie Joelle Giraud López.

CAPÍTULO IV - RESULTADOS

BIOTA FÓSIL

Macrofósiles vegetales

En cuanto a los macrofósiles vegetales se plantea la siguiente hipótesis, inicialmente los moldes de troncos vegetales se enterraron en bancos de arena húmeda (Figura 10), lo cual acelera su ablandamiento, causado por su lenta descomposición y por el incremento de la porosidad de los troncos parcialmente descompuestos, lo cual probablemente permite la percolación hacia su interior de la arena y de los fluidos carbonatados liberados por meteorización de los feldespatos presentes en el banco de arena (Figura 11). Esta aseveración se respalda porque la parte externa de los moldes están conformados por arenisca, restos de materia vegetal dispersos y matriz cementante de carbonatos. El proceso de fosilización avanza de afuera hacia adentro, de tal forma que la arena reemplaza gradualmente al material vegetal original mientras que los carbonatos aportan firmeza.

En el proceso queda un residuo vegetal pulverizado que ocupa la posición medular que es reemplazado por arena al final de la fosilización (Figura 12a); en esta fase se conserva la estructura lineal de troncos elongados, pero poco o nada de las estructuras internas de la madera, a diferencia de lo que ocurre con los xilópalos (Figura 13). Estas estructuras internas de la madera solo se observan cuando la arena es muy fina (Figura 12a), su ausencia es lo que dificulta el reconocimiento de los *torpedo-shape* como fósiles vegetales. Teniendo en cuenta lo anterior, en este tipo de fosilización el reemplazo de la materia orgánica es por arena muy fina, proceso al que podría denominarse arenización y su resultado son los moldes de troncos vegetales, muy diferente a los xilópalos (fosilización por sílice) (Figura 13).

Se registraron moldes de troncos vegetales en las siguientes formaciones del Grupo La Venta (Figura 14; Anexo 2):

- Formación La Victoria: *Ubicación*: en el techo de la formación.
- Formación Cerbatana: *Ubicación*: *Cerbatana Gravels and Clays*, parte superior cerca del suroccidente de la línea del ferrocarril. *Dimensión*: 1 a 3 m de longitud. *Dirección*: sureste (N40W). *Nota*: también registrados por Fields (1959).
- Formación Villavieja: *Ubicación*: *Monkey Unit*, parte suroccidental de las gravas; *Unit below Fish Bed*; *Ferruginous Sands*. *Dimensión*: 15 m de longitud, 1 m de diámetro. *Dirección*: N10E donde las cabezas se dirigen hacia el sur, orientadas paralelas una de otra. *Nota*: abundantes en las capas de areniscas; también registrados por Fields (1959).
- Formación Las Mesitas: *Ubicación*: base de la formación. *Dimensión*: 30 - 40 m de longitud, 0,60 - 1 m de diámetro, forman especies de empalizadas. *Dirección*: E, ESE. *Nota*: abundantes en las capas de areniscas; el proceso de formación descrito

se hace con los moldes presente en esta área.

Polen fósil

Se registran 622 taxones de polen fósil para el Grupo La Venta, 381 están indeterminados, los cuales siguen en proceso de verificación de la identificación y/o en consecuencia descripción de nuevos registros para la ciencia; cuatro son monoletes y 67 triletes. Las formaciones comparten los siguientes taxones (Tabla 1, Anexo 8):

- Formación San Alfonso - La Victoria - Villavieja (1): *Ficus* sp1.
- Formación San Alfonso - Villavieja (1): Arecaceae sp2.
- Formación La Victoria - Villavieja (1): Piperaceae sp4.

A nivel de familia los taxones que se comparten son (Anexo 8):

- Formación San Alfonso - La Victoria - Villavieja (10): Apocynaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Piperaceae, Poaceae, Polypodiaceae.
- Formación San Alfonso - Villavieja (7): Arecaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Cecropiaceae, Dioscoreaceae, Onagraceae, Sapindaceae.
- Formación San Alfonso - La Victoria (2): Commelinaceae, Malvaceae.
- Formación La Victoria - Villavieja (4): Araceae, Araucariaceae, Podocarpaceae, Sapotaceae.

Formación San Alfonso

En el paleosuelo se halló el polen fósil. Se registran 144 taxones, 97 son indeterminados, 142 son exclusivos de esta formación (Anexos 8, 9).

Formación La Victoria

En el paleosuelo se halló el polen fósil, particularmente en las arcillas y limos de la Capa *Libano Sands and Clays*. Se registran 121 taxones, 85 son indeterminados, 119 son exclusivos de esta formación (Anexos 8, 10).

Formación Cerbatana

No se registra polen fósil, no se observaron arcillas.

Formación Villavieja

En el paleosuelo se halló el polen fósil, particularmente en la Capa *Lower Red Bed*. Se registran 357 taxones, 199 son indeterminados, 354 son exclusivos de esta formación (Anexos 8, 11).

Formación Las Mesitas

No se registra polen fósil, no se observaron arcillas.

Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir del polen fósil

Se comparó la presencia o ausencia de 66 taxones (géneros, familias) de polen fósil registrados en las formaciones San Alfonso, La Victoria y Villavieja. El análisis de similitud muestra una mayor relación entre las formaciones La Victoria y Villavieja (Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8322) (Figura 15; Tablas 5, 6; Anexo 8).

Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir de los paleohábitats propuestos

Se comparó la presencia o ausencia de 51 taxones (familias) de polen fósil registrados en las formaciones San Alfonso, La Victoria y Villavieja con el polen actual de las coberturas vegetales modernas. El análisis de similitud muestra las siguientes afinidades (Figura 16; Tablas 5, 6; Anexo 8):

- El bosque de ribera tiene una mayor afinidad con la Formación Villavieja. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8636 (Figura 16a; Tabla 6b).
- El matorral denso tiene una mayor afinidad con las formaciones Villavieja y San Alfonso. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,9231 y 0,6154, respectivamente (Figura 16b; Tabla 6c).
- El matorral abierto tiene una mayor afinidad con las formaciones Villavieja y San Alfonso. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8462 y 0,6923, respectivamente (Figura 16c; Tabla 6d).
- La sabana seca tiene una mayor afinidad con las formaciones San Alfonso y Villavieja. Coeficiente de correlación de Simpson, de las dos formaciones: 0,7857 (Figura 16d; Tabla 6e).
- Las formaciones La Victoria y Villavieja son más similares entre sí, las cuales comparten elementos del matorral denso y de la sabana seca. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8095) (Figuras 16b, d).

A partir de lo anterior se plantean los siguientes paleohábitats para cada una de las formaciones del Grupo La Venta (Figura 16; Tablas 5, 6; Anexo 8):

Bosque de ribera

Familias (19): Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Cecropiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sapindaceae.

Formación: Villavieja.

Matorral denso

Familias (13): Apocynaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Moraceae, Poaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae.

Formación: San Alfonso, La Victoria, Villavieja.

Matorral abierto

Familias (13): Apocynaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Loranthaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Sapindaceae.

Formación: San Alfonso, Villavieja.

Sabanas Secas

Familias (14): Asclepiadaceae, Asteraceae, Burseraceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Mimosaceae, Moraceae, Piperaceae, Poaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae.

Formación: San Alfonso, La Victoria, Villavieja.

Vertebrados fósiles

A partir de la información de vertebrados fósiles del Neógeno recolectada y la información de colecciones históricas georeferenciada, se caracterizó la fauna para cada una de las formaciones del Grupo La Venta. Se recolectaron 1.970 registros fósiles (1.218 presente investigación, 578 literatura), a 1.553 se les precisó su ubicación estratigráfica, los cuales corresponden a 174 taxones; 902 son registros de mamíferos, 122 taxones; y 56 coprolitos, probablemente de Crocodylia, ya que siempre se registraron asociados con restos de estos (Tablas 2-4; Anexos 2, 12-14, 27).

Formación San Alfonso

Son los primeros registros (99) de vertebrados fósiles para esta formación, representados por 18 taxones: Actinopterygii (4 taxones), Chondrichthyes y Sarcopterygii (*Lepidosiren*); el gran grupo de los Crocodylia lo conforman las familias Alligatoridae (*Balanerodus*) y Gavialidae. Los **mamíferos** (6 taxones) Astrapotheria, Cingulata (*Nanoastegotherium*), Notoungulata (4): Leontiniidae, Toxodontidae (*Pericotoxodon*) se registran hacia el techo de la formación; en la base de esta se encuentran los peces.

Formación La Victoria

En la Formación La Victoria se registraron 95 taxones, 198 son mamíferos que corresponden a 72 taxones. La fauna de vertebrados fósiles se compone de: Actinopterygii (4 taxones), Chondrichthyes (*Myliobatis*) y Sarcopterygii (*Lepidosiren*); Crocodylia, representados por dientes sueltos de *Balanerodus* sp. (probablemente algunos retrabajados), *Balanerodus logimus*, *Gavialis*, *Gryposuchus colombianus* (exclusivo de la formación), *Purussaurus*; Teiidae (*Paradracaena colombiana*); Testudines (*Podocnemis pritchardi*). Los **mamíferos**: Primates (5 taxones): *Patasola magdalenae* (Cebidae), estratigrafía no definida; Astrapotheria (2 taxones); Chiroptera; Cingulata (16 taxones): *Neoglyptatelus*; Didelphimorphia (2 taxones); Litopterna (9 taxones); Notoungulata (12 taxones); Paucituberculata; Pilosa: (7 taxones); Rodentia (12 taxones); Sirenia; y Sparassodonta (2 taxones, cada uno).

Las especies exclusivas de esta formación son 5: Litopterna (1): *Villarroelia totoyoi*; Paucituberculata (1): *Pithiculites chenche*; Pilosa (1): *Brievabradys laventensis*; Rodentia (1): *Scleromys* sp3; Sparassodonta (1): *Anachlysisctis gracilis*.

Formación Cerbatana

Se registran 53 taxones: Actinopterygii, Sarcopterygii (*Lepidosiren*); Crocodylia: *Balanerodus* y *Purussaurus*. Los **mamíferos** (44 taxones) están representados por Astrapotheria (2 taxones); Cingulata (12 taxones); Didelphimorphia (2 taxones); Litopterna (4 taxones); Notoungulata (11 taxones); Pilosa (4 taxones); Rodentia (7 taxones); Sirenia; y Sparassodonta.

Formación Villavieja

Se registraron 770 restos de 142 taxones, siendo la formación más rica en vertebrados, representados por: Actinopterygii (7 taxones; *Brachyplatystoma promagdalenae*, exclusivo de esta formación; *Phractocephalus*), Chondrichthyes (*Myliobatis*) y Sarcopterygii (*Lepidosiren*); Amphibia (*Rhinella marina*, *Wellesaurus peabodyi*); dentro de los Crocodylia: *Balanerodus*, *Caiman lutescens*, *Charactosuchus fieldsi*, *Mourasuchus atopus*, *Purussaurus neivensis*, *Tupinambis teguixin*; Testudines: *Chelus colombianus*, *Geochelone hesternae*; y Aves (*Hoazinoides magdalenae*). En cuanto a los **mamíferos** se registran 104 taxones, dentro de los que se destacan: Primates (13 taxones); Astrapotheria (6 taxones), distribuidos en la base y la parte media de la formación; Chiroptera (13 taxones); Cingulata (14 taxones); Didelphimorphia (9 taxones); Litpterna (8 taxones); Notoungulata (13 taxones); Paucituberculata; Pilosa (9 taxones); Rodentia (15 taxones); Sirenia (2 taxones); Sparassodonta.

Las especies de mamíferos, no primates, exclusivas de esta formación son 16: Chiroptera (8): *Kiotomops lopezi*, *Noctilio albiventris*, *Notonycteris madalenensis*, *Notonycteris sucharadeus*, *Palynephyllum antimaster*, *Thyroptera lavalis*, *Thyroptera robusta*, *Thyroptera tricolor*; Didelphimorphia (4): *Marmosa laventica*, *Pachybiotherium minor*, *Thylamys colombianus*, *Thylamys minutus*; Paucituberculata (1): *Hondathentes cazador*; Pilosa (1): *Neotamandua borealis*; Rodentia (2): *Rhodanodolichotis antepridiana*, *Microsteiromys jacobsi*.

Formación Las Mesitas

Los fósiles en esta formación son relativamente escasos; se registraron 20 taxones, representados por: Actinopterygii (3 taxones), Crocodylia con los géneros *Balanerodus*, *Gavialis* y *Purussaurus*. Los **mamíferos**, están representados por doce taxones: Astrapotheria; Litopterna (*Prolicaphrium*); Notoungulata (4 taxones): *Pericotoxodon platignathus*, *Miocochilius anomopodus*; Rodentia (5 taxones): *Prodolichotis pridiana*, *Olenopsis* sp2, *Scleromys colombianus*, *Ricardomys longiden*. La especie exclusiva de esta formación es *Dukecynus magnus* (Sparassodonta).

Análisis comparativo entre las diferentes formaciones a partir de los vertebrados fósiles

Se comparó la presencia o ausencia de 137 taxones de vertebrados fósiles, entre los cuales 103 eran de mamíferos. El análisis comprendió 87 especies, 71 son mamíferos; 35 géneros, 25 son mamíferos; y 15 a nivel taxonómico de familia u orden, principalmente, 7 son taxones de mamíferos (Tabla 7; Anexo 12). A partir del análisis de similitud entre los taxones de vertebrados de las diferentes formaciones se establecen dos grupos (Coeficiente de correlación de Simpson - vertebrados fósiles: 0,8312; coeficiente de correlación de Simpson - mamíferos fósiles: 0,7201); el primero conformado por las formaciones La Victoria y Cerbatana (41 taxones de vertebrados compartidos, coeficiente de correlación de Simpson: 0,9762; 37 taxones de mamíferos compartidos, coeficiente de correlación de Simpson: 0,9737), y el segundo lo conforman las formaciones Villavieja y Las Mesitas (15 taxones de vertebrados compartidos, coeficiente de correlación de Simpson: 0,9375; 10 taxones de mamíferos compartidos, coeficiente de correlación de Simpson: 0,9091) (Figura 17; Tablas 7, 8).

Las formaciones Villavieja y Cerbatana comparten 39 taxones de vertebrados (Coeficiente de correlación de Simpson: 0,9286) y 36 de mamíferos (Coeficiente de correlación de Simpson: 0,9474); y las formaciones Villavieja y la Victoria comparten 53 taxones de vertebrados (Coeficiente de correlación de Simpson: 0,7260) y 45 de mamíferos (Coeficiente de correlación de Simpson: 0,7627) (Figura 17; Tabla 8).

Las especies de mamíferos compartidas entre las diferentes formaciones del Grupo La Venta son (Tabla 8b):

- Formaciones San Alfonso - La Victoria - Cerbatana - Villavieja - Las Mesitas (1): Notoungulata (1): *Pericotoxodon* sp1.
- Formaciones La Victoria - Cerbatana (36): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (9): *Anadasyus hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*, *Nanoastegotherium* sp., *Nanoastegotherium prostatum*, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudopreotherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (8): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastropotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (6): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp1, *Scleromys* sp2.
- Formaciones La Victoria - Cerbatana - Villavieja (34): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (8): *Anadasyus hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*,

Nanoastegotherium prostaticum, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudopreoptherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (8): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastrapotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (5): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp2.

- Formaciones La Victoria - Cerbatana - Villavieja - Las Mesitas (6): Notoungulata (3): *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (1): *Xenastrapotherium kraglievichi*; Rodentia (2): *Olenopsis* sp2, *Prodolichotis pridiana*.
- Formaciones Cerbatana - Villavieja (35): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (8): *Anadasys hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*, *Nanoastegotherium prostaticum*, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudopreoptherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (9): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium* sp2, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastrapotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (5): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp2.
- Formaciones La Victoria - Villavieja (8): Cingulata (1): *Pedrolypeutes* sp.; Pilosa (1): *Neonematherium* sp.; Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp.; Notoungulata (1): *Huilatherium* sp.; Sirenia (1): *Potamosiren* sp.; Rodentia (3): *Olenopsis* sp1, *Scleromys colombianus*, *Scleromys schürmanni*.
- Formaciones La Victoria - Villavieja - Las Mesitas (2): Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp.; Rodentia (1): *Scleromys colombianus*.
- Formaciones Villavieja - Las Mesitas (10): Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp.; Notoungulata (3): *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (1): *Xenastrapotherium kraglievichi*; Rodentia (5): *Microscleromys paradosalis*, *Olenopsis* sp2, *Prodolichotis pridiana*, *Ricardomys longiden*, *Scleromys colombianus*.

Los taxones con geoposición espacial y capa litológica no definida son:

- Astrapotheria: *Astrapotherium* (Astrapotheriidae).
- Chiroptera: *Eumops*, *Nyctinomops colombiensis* (Molossidae), Vespertilionidae.
- Notoungulata: Hegetotheriidae, Henricosborniidae.

- Pilosa: *Hapalops* (Megatheriidae), *Huilabradys magdalenensis* (Nothrotheriidae).
- Rodentia: *Eosteirromys* (Erethizontidae).
- Sparassodonta: *Cladosictis* (Hathliacynidae).

Primates

En la presente investigación no se recolectó ningún fósil de primate, pero teniendo en cuenta la literatura se georeferenciaron las localidades; por lo tanto, se registran fósiles de primates en las formaciones La Victoria y Villavieja (Anexos 2, 12, 15).

Formación La Victoria (6 taxones)

Atelidae: *Stirtonia victoriae*; Pitheciidae: *Lagonimico conclucatus*, *Miocallicebus villaviejai*, cf. *Nuciraptor* IGM-KU 8602, cf. *Nuciraptor* IGM 184667.

Formación Villavieja (13 taxones)

Atelidae: *Stirtonia tatacoensis*; Cebidae: Cebidae KU 9-86A, Callitrichinae (IGM-KU 8402, IGM-KU 8403), *Laventiana annectens*, *Micodon kiotensis*, *Mohanamico herskovitzi*, *Neosaimiri fieldsi*; Pitheciidae: *Aotus dindensis* IJM-KU 8601, *Aotus* cf. *dindensis* IGM KU 8802, *Cebupithecia sarmientoi*, *Nuciraptor rubricae* IGM 251074, cf. *Nuciraptor* IGM 184074.

La especie con geoposición espacial y capa litológica no definida es:

- Cebidae: *Patasola magdalenae*.

CAPÍTULO V - DISCUSIÓN

PALEOSUELOS

En la presente investigación se registraron para el Grupo La Venta paleosuelos en las formaciones San Alfonso y La Victoria (Figuras 18a, c), específicamente en las arcillas y limos de la capa *Libano Sands and Clays*; los paleosuelos de Villavieja, de la capa *Lower Red Beds*, ya habían sido citados por diversos autores como Guerrero (1997) y Madden *et al.* (1997), quienes sólo mencionan la presencia de éstos sin llevar a cabo investigaciones específicas en el tema. A partir estos registros Flórez *et al.* (2013), Salazar Jaramillo *et al.* (2017) y Sánchez *et al.* (2017) realizaron estudios detallado de los paleosuelos de la Formación Villavieja (Figura 18b) y otras zonas del Grupo La Venta; información que fue tomada en cuenta en la presente investigación en el análisis de los paleohabitats del Grupo La Venta.

Teniendo en cuenta lo registrado por Flórez *et al.* (2013), los paleosuelos de la Formación Villavieja se formaron bajo climas contrastados desde húmedos hasta áridos, y en paleorelieves colinados de baja altitud; es decir, paisajes terrestres y suelos portadores de biomas secos que debieron coexistir con planicies aluviales asociadas con biomas boscosos que dependían de la humedad del sedimento y los aportes de agua de desborde de los grandes ríos.

Por su parte, Salazar *et al.* (2017) concluyen que: (1) el Grupo Honda muestra diferentes velocidades de sedimentación entre la parte superior y la inferior de la unidad, siendo el tiempo de residencia de los sedimentos, en la llanura de inundación, un control importante en la formación de los suelos. (2) Los paleosuelos con mayor grado de desarrollo son más abundantes en la Formación Villavieja que en la Formación La Victoria. (3) Las propiedades morfológicas y geoquímicas de los paleosuelos del Miembro Cerro Colorado sugieren altas tasas de meteorización y por consiguiente disminución del CO₂ atmosférico en un periodo de miles de años. (4) Se presenta coherencia entre el ciclo de retroalimentación negativa de la meteorización química, y los estudios de paleosuelos en zonas templadas, que indican una disminución de CO₂ atmosférico hacia finales del Mioceno medio.

En la investigación realizada por Sánchez *et al.* (2017) concluyeron que: (1) la Formación Villavieja se encontraría entre selva húmeda y bosque húmedo templado cálido de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge. (2) Identificaron dos fuentes de proveniencia del material parental: material volcano-clástica, el cual origina a las esmectitas (*in situ* ?); y material detrítico de origen fluvial, que da origen a la caolinita, dickita, e ilita. (3) El carácter detrítico corresponde a un ambiente fluvial, particularmente con depósitos de desborde; la textura de los paleosuelos es principalmente arcillosa. (4) La continuidad lateral de las secuencias de paleosuelos la identificaron a partir de propiedades morfológicas, mineralógicas y geoquímicas, las cuales permiten subdividir los paleosuelos en cuatro

pedofacies (P1 - P4) de acuerdo a sus condiciones de drenaje y procesos de alteración (e.g oxidación) ocurridas posenterramiento; y (5) la información preliminar del paleosuelo de la pedofacie P3 indican que la precipitación media anual era de 1.300 aprox. 181 mm/año, y la temperatura media anual se encontraba entre los 20°C, con una desviación de más o menos 0,6°C.

BIOTA FÓSIL

Macrofósiles vegetales

A lo largo del Grupo La Venta se presentan concreciones esferoidales clásicas de tipo arenoso cementadas por carbonatos, los denominados *Cannon ball*, registradas en la Sierra de Gulumán cerca de Potosí, por el camino a San Alfonso sobre areniscas grises (Royo y Gómez 1942a, b), y en el Líbano *Sands and Clays* concreciones redondas hasta de 40 mm de diámetro formando cornisas (Fields 1959) (Figura 19a); sin embargo, las más llamativas son las denominadas por Fields (1959) como *torpedo-shaped* (Figura 19b), quien propone un mecanismo de formación diagenético e inorgánico muy complejo para explicar el paralelismo que mantienen dentro del estrato. En la presente investigación, se realizaron observaciones detalladas de estas concreciones presentes en las formaciones La Victoria, Cerbatana, Villavieja y Las Mesitas.

Teniendo en cuenta lo observado y consultado en la literatura sobre procesos de fosilización, es indudable que la fosilización de los *torpedo-shaped*, aún no ha sido descrita y merece estudios más detallados. A partir de los registros de campo de la presente investigación, se considera que este tipo de fosilización de la madera ocurre en el Grupo La Venta, por lo tanto, se sugiere como un marcador de tiempo. Los moldes de troncos vegetales se pueden hallar aislados dentro de los estratos arenosos, pero es común encontrarlos agrupados con su eje largo subparalelo (Formación Las Mesitas); teniendo en cuenta la hipótesis aquí planteada, se trataría de empalizadas transportadas hasta su lugar de depositación por corrientes de agua (Figura 14).

Polen fósil

Kay & Madden (1997, P: 537) mencionan fragmentos de troncos fósiles de *Goupoioxylon stutzeri* (Celastraceae) identificados por Schönfeld (1947) y asignados erróneamente al área de La Venta, ya que éstos corresponden a fósiles extraídos de la Formación Amagá (Oligoceno) en Antioquia.

Vertebrados fósiles

Kay *et al.* (1997) registraron para La Venta 128 taxones de vertebrados, 93 son mamíferos; en la presente investigación se registran para el Grupo La Venta 174 taxones de vertebrados, de los cuales 122 son mamíferos (Tablas 2-4; Anexos 2, 12).

A partir de la información que proveen los vertebrados fósiles se establece una mayor afinidad entre las formaciones La Victoria y Cerbatana, las cuales se caracterizan por presentar llanuras de inundación y entre los paleohábitats propuestos se encuentran los bosques de ribera (Figura 19; Tabla 8; Anexos 2, 4, 5, 22, 23); y entre las formaciones Villavieja y Las Mesitas, las cuales se caracterizan por presentar llanuras de inundación, y entre los paleohábitats propuestos se encuentran los bosques de ribera y los bosques húmedos siempre verdes estratificados (Figura 17; Tabla 8; Anexos 2, 6, 7, 24, 25).

La mayor riqueza de taxones de mamíferos se asocia con las formaciones Villavieja (104), La Victoria (72) y Cerbatana (44), lo cual está relacionado con la diversidad de paleohábitats que en la presente investigación se registra, como son, en la Formación La Victoria bosques de ribera que rodean un gran río meándrico y grandes sabanas inundables y arboladas; en la Formación Cerbatana bosques de ribera de hasta 3 metros de altura que rodean un gran río trenzado, y en la Formación Villavieja bosques húmedos de cerca de 15 metros de altura y bosques de ribera que rodean un gran río ondulado (Anexos 12, 21-25).

La diversificación de estos ambientes se asocia no sólo con la riqueza de taxones y abundancia de los mismos, especialmente en las formaciones Villavieja y La Victoria, sino con la riqueza de hábitats y hábitos de la mastofauna (Vizcaino *et al.* 2016), así:

San Alfonso - La Victoria, Cerbatana - Villavieja

- Cingulata: *Dieta*: los dasipódidos extintos presentan en general una dieta omnívora, algunos se especializan en el consumo insectos, otros principalmente consumen vegetales (Straehl *et al.* 2012); específicamente los armadillos eran omnívoros o consumían insectos, los pampaterios eran herbívoros y los gliptodontes herbívoros (Vizcaino *et al.* 2004). *Hábitat*: bosques estratificados, bosques de ribera bajos, sabanas secas, sabanas arboladas. *Formación*: San Alfonso (1), La Victoria (16), Cerbatana (12), Villavieja (14).

San Alfonso - Las Mesitas

Comparten megamamíferos de hábito herbívoro:

- Astrapotheria: *Dieta*: hierbas. *Hábitat*: grandes sabanas inundables, bosques de ribera abiertos y matorrales abiertos. *Formación*: San Alfonso (1), La Victoria (2), Cerbatana (2), Villavieja (6), Las Mesitas (1).
- Notoungulata: *Dieta*: hojas. *Hábitat*: sabanas secas, sabanas arboladas, bosques de ribera bajos. *Formación*: San Alfonso (4), La Victoria (12), Cerbatana (11), Villavieja (13), Las Mesitas (4).

Villavieja - La Victoria

Comparten grupos de tamaño pequeño a mediano, con diversidad de dietas y hábitats, como son:

- Primates: *Dieta*: insectos, frutos, hojas, omnívora, semillas (dispersor ?, predador). *Hábitat*: bosques estratificados, bosques de ribera, humedales, sabanas arboladas, sabanas secas arboladas. *Formación*: La Victoria (6), Villavieja (13).
- Chiroptera: *Dieta*: insectos. *Hábitat*: bosques estratificados, bosques de ribera, sabanas abiertas. *Formación*: La Victoria (1), Villavieja (13).
- Paucituberculata: *Dieta*: insectos. *Hábitat*: bosques con suelos húmedos y ricos en nutrientes, que se puedan arar para hacer madrigueras, bosques de ribera. *Formación*: La Victoria (*Pithiculites chenche*), Villavieja (*Hondathentes cazador*).

Villavieja - La Victoria - Cerbatana

Comparten megamamíferos de hábito herbívoro, e insectívoro de tamaño mediano.

- Didelphimorphia: *Dieta*: insectos. *Hábitat*: bosques estratificados, bosques de ribera. *Formación*: La Victoria (2), Cerbatana (2), Villavieja (9).
- Litopterna: *Dieta*: hojas. *Hábitat*: bosques de ribera bajos, sabanas secas, sabanas arboladas, matorrales abiertos. *Formación*: La Victoria (9), Cerbatana (4), Villavieja (7).
- Pilosa: *Dieta*: material vegetal (hojas, tallos), provenientes de ramas de arbustos y árboles; frutos, insectos, hojas, tubérculos. *Hábitat*: sabanas secas, sabanas arboladas, bosques estratificados, bosques de ribera. *Formación*: La Victoria (7), Cerbatana (4), Villavieja (9).
- Sirenia: *Dieta*: hojas. *Hábitat*: lagos, grandes ríos meándricos, grandes ríos ondulados. *Formación*: La Victoria (2), Cerbatana (1), Villavieja (2).

Villavieja - La Victoria - Cerbatana - Las Mesitas

Comparten mamíferos de hábito herbívoro y depredador.

- Rodentia: *Dieta*: frutos, semillas, hojas, insectos. *Hábitat*: bosque con suelos húmedos y ricos en nutrientes, bosques estratificados, bosques de ribera, sabanas inundables. *Formación*: La Victoria (12), Cerbatana (7), Villavieja (15), Las Mesitas (5).
- Sparassodonta: *Dieta*: carnívoro (Rose 2006). *Hábitat*: bosques de ribera bajos, sabanas arboladas, sabanas secas. *Formación*: La Victoria (2), Cerbatana (1), Villavieja (1), Las Mesitas (1).

PRIMATES

Teniendo la geoposición espacial, la capa litotógica y los paleoambientes definidos para el Grupo La Venta, se plantea que la distribución de los taxones de primates del Mioceno medio en Colombia de base a techo es (Anexos 2, 12, 15, 22, 24, 26):

Formación La Victoria (I: Capa de los Lagos; III: Areniscas de San Nicolás)

- I.
 - Ambiente sedimentario: lagos.
 - Paleohábitat: humedal.
 - *Lagonimico conclucatus*
 - cf. *Nuciruptor* IGM 184667
- II.
 - Ambiente sedimentario: río meándrico.
 - Paleohábitat: bosque de ribera.
 - *Stirtonia victoriae*
- III.
 - Ambiente sedimentario: río meándrico.
 - Paleohábitat: sabana inundable, sabana arbolada, matorral abierto.
 - *Miocallicabus villaviejai*
 - cf. *Nuciruptor* IGM KU 8602
- IV.
 - *Incertum locum*
 - *Patasola magdalenae*

Formación Villavieja (I: Monkey Unit; II: Lower Red Bed; III - IV: Upper Red Bed)

- I.
 - Ambiente sedimentario: río ondulado.
 - Paleohábitat: bosque de ribera estratificado.
 - *Laventiana annectens*
 - *Neosaimiri fieldsi*
 - *Nuciruptor rubricae* IGM 251074
 - cf. *Nuciruptor* IGM 184074
- II.
 - Ambiente sedimentario: río ondulado.
 - Paleohábitat: bosque de ribera estratificado, sabana inundable.
 - Callitrichinae: IGM-KU 8402, IGM-KU 8403
 - *Cebupithecia sarmientoi*
 - *Micodon kiotensis*
 - *Neosaimiri fieldsi*
 - *Stirtonia tatacoensis*

III.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque de ribera estratificado, sabana inundable.
 - Cebidae KU 9-86A
 - *Mohanamico herskovitzi*
 - *Stirtonia tatacoensis*

IV.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque siempre verde estratificado (15 m altura).
 - *Aotus dindensis* IGM-KU 8601
 - *Aotus* cf. *dindensis* IGM-KU 8802

La ubicación de *Patasola magdalenae* es tentativa (*incertum locum*), a partir de la estratigrafía de Parra-Sánchez (2016; Figura 1, P: 16), la localidad de esta especie dada por Kay & Meldrum (1997), Duke Locality 40, y situada en el mapa en Takai *et al.* (2001; Figura 1, P: 290) se registra para la capa Líbano *Sands and Clays*, por lo tanto, se infiere para el Mioceno inferior. *Horizonte y Localidad (sensu Kay & Meldrum 1997; P: 438): "The type is from Duke Locality 40 in the stratigraphic interval between the Cerro Gordo Sandstone Beds and the Chunchullo Sandstone Beds, La Victoria Formation (middle Miocene), Colombia (...). This stratigraphy Interval is approximately 560 m below the Monkey Beds, from which Neosaimiri fieldsi is recovered, and the further 720 m below the stratigraphic level of Neosaimir annectens in the El Cardón Red Beds."*

La mayor riqueza de taxones de primates se registra para la Formación Villavieja (13), seguida por la Formación La Victoria (5; *Patasola magdalenae* (Cebidae), estratigrafía no definida); esto se asocia con la riqueza de hábitats que ofrece la Formación Villavieja, los cuales van desde bosques estratificados a bosques de ribera, principalmente. Teniendo en cuenta la geoposición espacial y la capa litológica (Anexo 2), así como las variaciones morfológicas, se postula que los registros fósiles de primates identificados dentro del género *Nuciruptor* podrían ser diferentes entre sí [IGM 184667, IGM 184074 (Takai *et al.* 2001), IGM KU 8602 (Takai *et al.* 1992)] y también diferentes a *Nuciruptor rubricae* (IGM 251074, Takai 1994), aunque puede que pertenezcan a este género, por lo que se sugiere realizar un estudio detallado a nivel morfológico y filogenético. Esto se infiere porque los ejemplares IGM 184667 e IGM KU 8602, nominados como cf. *Nuciruptor*, si bien se localizan en la Formación La Victoria, el primero se registra para la Capa de Lagos, en la base occidental de la formación, mientras que el segundo se localiza hacia la parte oriental del techo de la formación (Areniscas de San Nicolás), estando estas dos zonas separadas por el gran río meándrico que atraviesa esta unidad; probablemente por ser meándrico, el río no fue una clara barrera biogeográfica para el paso de esta fauna, pero sí pudo haber propiciado procesos de especiación por hábitat (humedales, sabanas arboladas). Por su parte, *N. rubricae* (IGM 251074) y cf. *Nuciruptor* (IGM 184074), de la Formación Villavieja, se encuentran separados biogeográficamente de los anteriores por el gran río trenzado y caudaloso que recorre la Formación Cerbatana. Meldrum & Kay (1997) postulan que *N. rubricae* se

relaciona con los pitecinos actuales y con *Cebupithecia sarmientoi* de la Formación Villavieja (Anexo 2).

Lagonimico conclucatus y cf. *Nuciruptor* (IGM 184667) se asocian con los humedales (Capa de Lagos), y *Miocallicebus villaviejai* y cf. *Nuciruptor* (IGM 8602) se registran en el techo de la Formación La Victoria, asociadas con grandes sabanas arboladas (Anexo 2).

Stirtonia es un género que está estrechamente relacionado con *Alouatta* (Stirton 1951, Hershkovitz 1970, Kay *et al.* 1987, Perez *et al.* 2013, Cooke *et al.* 2017), género actual que se adapta a diversas latitudes y hábitats, entre los que se encuentran bosques de ribera, bosques caducifolios y bosques húmedos (Defler 2010). *Stirtonia victoriae* se asocia con los bosques de ribera ubicados en la base de la Formación La Victoria; esta especie presentaba una dieta principalmente folívora, similar al primate actual *Alouatta palliata*, especie con la cual planteo la hipótesis que presenta mayor cercanía filogenética. Defler (2010) registra que *A. palliata* consume hojas y frutos, y se encuentra asociada en Colombia con bosques húmedos y semidecíduos, y en Centroamérica con bosques secos, decíduos y de ribera (Anexo 2).

Laventiana annectens, *Neosaimiri fieldsi*, *Nuciruptor rubricae* (IGM 251074) y cf. *Nuciruptor* (IGM 184074) especies registradas para la Formación Villavieja, capa *Monkey Unit*, se asocian principalmente con bosques de ribera estratificados. *L. annectens* y *N. fieldsi* son especies con hábito arbóreo y dieta frugívora - omnívora, relacionadas con el género actual *Saimiri*, el cual presenta una dieta variada, principalmente frutos e insectos, y con una amplia gama de hábitats entre los que se encuentran los bosques de ribera; *N. rubricae* probablemente era un predador de semillas, tal como se observa en las adaptaciones de su grupo, los actuales Pitheciinae (Rosenberger 1992, Defler 2010, Tejedor & Muñoz-Saba 2013).

Los Callitrichinae indeterminados de la Formación Villavieja (IGM-KU 8402, IGM-KU 8403) y *Cebupithecia sarmientoi*, *Micodon kiotensis*, *N. fieldsi*, *Stirtonia tatacoensis*, se registran en la base oriental de la Formación Villavieja, capas *Lower Red Bed*, se asocian con bosque de ribera estratificado, sabana inundable; *C. sarmientoi* se relaciona con el género actual *Pithecia*, que habita bosques de ribera (Defler 2010).

El espécimen asignando a Cebidae (KU 9-86A), *Mohanamico herskovitzi* y *Stirtonia tatacoensis*, ubicados en las llanuras de inundación de *Upper Red Bed*, se asocian con bosque de ribera estratificado, sabana inundable.

Se sugiere revisar la sistemática de las especies *Aotus dindensis* (IGM-KU 8601; Localidad: KU 9-86A = El Dinde *Locality* 9-86-A = La Venta *Locality* 9-86A; coordenadas: 3,268961 N, -75,210178 W) y *Mohanamico herskovitzi* (IGM 181500, Localidad: Duke *Locality* 22 = DU 22 = UCMP *Locality* V-4536 = Baraya Member; coordenadas: 3,264218 N, -75,215345 W), debido a que Kay (1990) menciona que

probablemente sean sinónimos, y Takai *et al.* (2009) clarifican el estatus taxonómico de *Aotus dindensis* y determinan que existe dimorfismo sexual; la propuesta que se plantea es realizar una comparación morfológica entre los ejemplares de *A. dindensis* y *M. herskovitzi*, extensiva a los grupos actuales de Aotinae y Callitrichinae con el fin de comprobar la hipótesis que se propone de simpatría, así como la posible diferencia genérica que se plantea.

Aotus dindensis (IGM-KU 8601), *Aotus cf. dindensis* (IGM-KU 8802), de las llanuras aluviales de las capas *Upper Red Bed*, se asocian con bosques estratificados hasta de 15 m de altura. *A. dindensis* se relaciona con los *Aotus* actuales, los cuales habitan sabanas con arbustos, entre otros hábitats (Defler 2010).

FAUNA LAVENTENSE

A partir de las colecciones de Savage (1951), el trabajo original de Stirton (1953) (incluye Carmen de Apicalá), De Porta (1969), Hirschfeld & Marshall (1976), Marshall (1976, 1977), Marshall *et al.* (1983), Takai *et al.* (1991), Kay *et al.* (1997), Madden *et al.* (1997), Czaplewski *et al.* (2003), en los cuales se reconoce a la Fauna Laventense, y la información de la presente investigación, se plantea una nueva lista de esta fauna, especificando su ubicación en cada una de las formaciones del Grupo La Venta (Anexo 27).

Se hace énfasis en que, si bien del material recolectado en la presente investigación se conoce claramente su geoposición espacial y capa litológica, esta información en las colecciones históricas es ambigua ya que son imprecisas las localidades, y por ende su litología y geoposición; uno de los factores que contribuyeron a ello es que no se conocía la cartografía original del Grupo La Venta realizada por Henao-Londoño *et al.* (1949), la cual se define en detalle en el mapa publicado por Fields & Henao-Londoño (1949). Por ejemplo, en la zona delimitada por estos autores como “Líbano Sands and Clays” con respecto a los mapas propuestos por Parra-Sánchez (2016), es evidente que ellos incluyen en esta unidad tanto rocas del Mioceno medio (Formación La Victoria) como del Mioceno inferior. Por ejemplo, en Duke-ING Locality 040 *sensu* Takai *et al.* (2001), se georeferenció y se ubicó en el Mioceno inferior; Duke Locality 092 *sensu* Cifelli & Guerrero (1989) se georeferenció y se ubicó en la Formación La Victoria; UCMP Locality V-4933 se cita que pertenece a la Formación La Victoria.

En otras, la localidad es imprecisa debido a que en esas épocas no se empleaban equipos de geoposición, o estos no tenían el nivel de certeza de los actuales, o simplemente para proteger la localidad de recolecciones inescrupulosas, no se ubicaron en los mapas publicados en las localidades exactas. Al realizar el proceso de georeferenciación de las colecciones históricas se evidenció que la misma localidad, dependiendo de la publicación varía su ubicación en el mapa. Por ejemplo, en localidades como Chepe Site (Takemura *et al.* 1992, Takai *et al.* 2001), FT Site (Takemura *et al.* 1992), FT Site 1, 2, 4 (Takai 1994), Kyoto Site

(Takai 1994, Takai *et al.* 2001) y Masato Site (Takemura *et al.* 1992; Takai 1994, Takai *et al.* 2001).

Por lo tanto, al incluir la información litoestratigráfica detallada en la que se han delimitado nuevamente no sólo el Grupo La Venta sino también las formaciones que lo componen (Parra-Sánchez 2016), así como la información de la presente investigación a nivel de biota y posibles barreras biogeográficas, se plantea la verificación de las localidades de las colecciones históricas.

La Fauna Laventense la conforman 94 taxones de mamíferos, pertenecientes a 12 órdenes: Primates 18, Astrapotheria 3, Chiroptera 12, Cingulata 8, Didelphimorphia 6, Litopterna 7, Notoungulata 9, Paucituberculata 2, Pilosa 8, Rodentia 16, Sirenia 2, Spararassodonta 3. La mayor riqueza se presenta en las formaciones Villavieja, 88 taxones de mamíferos, La Victoria 59, Cerbatana 38, Las Mesitas 11, y San Alfonso 3 (Anexo 27).

Madden *et al.* (1997) al referirse a la bioestratigrafía de la fauna de mamíferos de La Venta y del Grupo Honda, establecen que la diversidad disminuye hacia la base de la sección, lo cual relacionan con la reducción del área de exposición de los niveles más bajos de la Formación La Victoria, cerca de Cerro Chacarón y de los niveles más altos de la Formación Villavieja, en el Cardón y *Red Beds*. También indican que la baja diversidad en el techo de la sección podría estar relacionada con una disminución en la tasa de sedimentación, aumentando la madurez de los paleosuelos (laterización) y la consecuente destrucción y pobre preservación de huesos. De todos modos, hay que tener en cuenta que en ese momento se había inspeccionado al sur solo hasta Polonia *Red Beds* (Duke Locality 126, Nivel 48) y al Norte hasta Cerro Chacarón (Duke Locality 128, Nivel 37).

Con la información aquí obtenida se infiere que la riqueza de especies disminuye tanto en la base como en el techo del Grupo La Venta (formaciones San Alfonso y Las Mesitas, respectivamente); esto se puede deber a la poca diversidad de ecosistemas (Formación San Alfonso: sabanas secas, matorrales abiertos), a la variación gradual de biomas secos a biomas húmedos de bosques multiestratificados, a que estas formaciones no han sido tan prospectadas como las otras del Grupo, y a la falta de una buena geoposición espacial y de la clarificación de la capa litológica de las colecciones históricas.

MARCADORES DE TIEMPO

Macrofósiles vegetales

Empalizadas fosilizadas - Moldes de troncos vegetales: características del Grupo La Venta; se registran en:

- Formación La Victoria
- Formación Cerbatana
- Formación Villavieja
- Formación Las Mesitas

Polen fósil

Los palinomorfos guías son los exclusivos de cada una de las formaciones (Anexos 8-11):

- Formación San Alfonso: 145 taxones
- Formación La Victoria: 124 taxones
- Formación Villavieja: 253 taxones

Vertebrados fósiles

Madden *et al.* (1997) reconocen la Zona de Asociación de *Miocochilius* (ZAM), taxón fósil más común del Grupo Honda según los autores; en la presente investigación reconocemos que este género no sólo no es estricto del Grupo La Venta, ya que se registró en capas litológicas del Mioceno inferior, sino que es evidente su ausencia hacia la base del grupo, en la Formación San Alfonso (Anexo 27).

PALEOAMBIENTES

Stirton (1953b) planteó que los paleoecosistemas de La Venta eran semejantes a los llanos y sabanas (región Orinoquense) y Kay & Madden (1997) los relacionó con los bosques tropicales de la actual Amazonia, es decir con selvas inundadas, llanuras de inundación, bosques, bosques de ribera, y no predominaban las áreas abiertas. A partir de la presente investigación, teniendo en cuenta la litoestratigrafía y el registro fósil tanto de paleosuelos, macrofósiles vegetales, polen fósil y vertebrados, se infiere que los paleohábitats del Grupo La Venta son como se describen a continuación:

Formación San Alfonso

Los paleoambientes de la Formación San Alfonso eran abanicos aluviales con ríos entrelazados como lo atestigua la sección Zanja Honda. Los ríos que alimentaban estos abanicos provenían de los relieves altos del Triásico - Jurásico los cuales se encuentran subyacentes a esta formación y fueron los que aportaron los cantos a la misma. Parra-Sánchez (com. pers. 2016) registra la presencia de paleosuelos de tipo aridisol de forma muy localizada. En esta formación predominan los paleohábitats de sabana seca, representado por Asteraceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Piperaceae, Poaceae; y de matorrales abiertos con Apocynaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Malvaceae (Figuras 16, 20; Anexos 2, 3, 8, 16).

Formación La Victoria

A partir de los ambientes sedimentarios, se infiere que esta formación estaba constituida por bosques de ribera que rodeaban un gran río meándrico, de alto caudal y baja carga de erosión, y bosques que rodean a la Capa de Lagos (húmedales), al occidente de la formación. Teniendo en cuenta el polen fósil, se infiere que hacia el oriente (Areniscas de San Nicolás) había grandes sabanas inundables y arboladas y, ocasionalmente, matorrales abiertos, elementos de polen fósil vs. vegetación actual que se comparten: Apocynaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae. El paisaje era semejante al de los bosques de ribera actuales; los elementos de polen fósil que se comparten con la vegetación actual de estos ambientes son: Apocynaceae, Araceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Moraceae, Piperaceae), como los del Río Orinoco, al oriente de Colombia (llanos, región Orinoquense colombiana), corroborando en parte los llanos y sabanas propuestos por Stirton (1953b) (Figuras 16, 21, 22; Anexos 2, 4, 8, 17).

Formación Cerbatana

La presencia de empalizadas denominadas por Fields (1959) como *torpedo shaped* permiten inferir bosques de ribera estratificados, los cuales pueden alcanzar alturas hasta de 3 metros; estos bosques se ubican alrededor de un gran río trenzado, el cual atraviesa la formación y es ancho y profundo, de caudal medio y de gran carga de erosión. Este paleohábitat era similar al que presenta en la actualidad el Río Ariari (llanos, Orinoquia colombiana), similar en parte a lo propuesto por Stirton (1953b) (Figuras 23, 24; Anexos 2, 5, 18).

Formación Villavieja

Flórez *et al.* (2013) estudiaron paleosuelos en las capas rojas, *Lower Red Beds* (LRB) y *Upper Red Beds* (URB) e infirieron ambientes áridos, con procesos de mineralización rápidos y acúmulo de materia orgánica. Los autores deducen grandes sabanas secas arboladas que coexistieron con bosques húmedos siempre verdes de cerca de 15 m de altura; esto se deduce por la presencia de empalizadas (*torpedo shaped*), localizadas principalmente en *Monkey Unit*, *Unit Below Fish Bed* y *Ferruginous Sandstones*. La Formación Villavieja la atravesaba un río central, ondulado, de aguas tranquilas, de caudal bajo con carga de erosión media y abundantes tributarios, alrededor del cual se encontraba un bosque de ribera, lo cual se corrobora con el registro de polen fósil. Los elementos de polen fósil que se comparten con la vegetación actual de estos ambientes son: Acanthaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Asteraceae, Burseraceae, Cecropiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Piperaceae, Sapindaceae. El paisaje era similar al que presenta en la actualidad el Valle Medio del Magdalena (Colombia) (Figuras 16, 25, 26; Anexos 2, 6, 8, 19).

Formación Las Mesitas

Las características sedimentológicas permiten inferir un bosque de ribera alrededor de los cauces de los ríos cordilleranos, de caudal y carga de erosión baja; las llanuras aluviales estaban relacionadas con ecosistemas de sabanas arboladas, semejantes a las que presenta la Formación San Alfonso; la empalizada sugiere un bosque multiestratificado de cerca de 30 a 40 m de altura, ubicado en el relieve colinado de baja altura. El paisaje era similar al que presenta en la actualidad el piedemonte llanero colombiano (Figuras 27, 28; Anexos 2, 7, 20).

PALEOGEOGRAFÍA

El Grupo La Venta se encuentra dentro de una gran ensenada estrecha, enmarcada en el Valle Superior del Magdalena. Este Valle tiene una forma de reloj de arena formado por dos subcuencas, al norte la de Girardot y al sur la de Neiva, separados en su parte media por el Estrecho de Natagaima o Alto del Patá o Payandé (Fields 1959, Fuquen & Osorno 2002, Cáceres *et al.* 2003), y al sureste lo limita el Macizo de Garzón (Anderson *et al.* 2016) (Figuras 29, 30). De otra parte, esta ensenada se encontraba irrigada por las cuencas de Neiva y La Venta, cuyo caudal principal tenía una dirección E a ESE (Guerrero 1993) y probablemente desembocaban en las cuencas del Caquetá - Amazonas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se acepta la hipótesis de que el Grupo La Venta en el Mioceno medio se encontraba dentro de una gran ensenada estrecha, la Cuenca Superior del Magdalena, como lo había planteado Butler (1942, P: 794) a partir de la interpretación del Valle del Magdalena como un gran *graben* limitado por fallas en el occidente y en el oriente, el cual se originó antes del final del Cretácico (Anderson 1926, Stille 1907). Esta cuenca estaría enmarcada al norte por el Estrecho de Girardot, el cual ya se conformaba como relieve elevado y barrera faunística; al occidente por la Cordillera Central; y al oriente por la Sierra de Gulumán (NE Potosí), donde el Río Magdalena se encajona en el Paso de Golondrinas e ingresa a la planicie de Natagaima, después de su confluencia con el Río Cabrera (Royo y Gómez 1942a, b). La Cordillera Oriental no sería parte del límite ya que no era una barrera sino hasta finales del Mioceno medio a superior (Butler 1942, Nutall 1990), como lo indican Lundberg *et al.* (1986) y Lundberg & Chernoff (1992) con la conexión de la fauna de peces teleósteos fósiles (*Arapaima*, *Colossoma*) entre la Amazonia y el Valle del Magdalena (*Fish Beds*: Formación Villavieja: Grupo Honda). Anderson *et al.* (2016), a partir de información paleoclimática, sugieren que el inicio de la elevación del Macizo de Garzón (Cordillera Oriental) coincide con el inicio de la Formación Villavieja (12 - 11 Ma), lo que ocasiona un cambio de clima (incremento de las lluvias) y a la vez este macizo se convierte, hace cerca de 10 Ma, en una barrera orográfica para la flora y fauna del Valle del Magdalena y de la región Amazónica (Hoorn *et al.* 2010, Ochoa *et al.* 2012, Aguilera *et al.* 2013).

Durante el Mioceno medio, el Valle Alto del Magdalena, ya se encontraba aislado en su parte norte (Estrecho de Girardot). Butler (1942) y Nutall (1990) postulan que la Cordillera Oriental era una barrera de dispersión, ya que la base del Grupo La Venta, Formación San Alfonso, estaba conformada por paleohábitats compuestos por sabanas secas y matorrales abiertos, los cuales no permitían la migración de la fauna arborícola como los primates. Si bien el paleoambiente de la Formación La Victoria (13,8 - 12,5 Ma) (Guerrero 1993, Anderson *et al.* 2016) estaba conformada por bosques de ribera, al parecer estos corredores de vegetación partían de esta formación, continuando en parte en la Formación Cerbatana, y como lo mencionan Anderson *et al.* (2016), en la parte sur ya había emergido el Macizo de Garzón (12 - 11 Ma), lo cual ocasionó el incremento en la precipitación, que permitió una diversificación de hábitats; esto se corrobora en la presente investigación en la Formación Villavieja, allí se registran diversos paleohábitats como sabanas secas en las tierras no inundables, bosques húmedos siempre verdes estratificados (15 m de altura) y bosques de ribera. Por lo tanto, en el Mioceno medio ya existían barreras biogeográficas que impidieron la radiación de los primates desde el Valle Alto del Magdalena hacia una posible conexión Caribe. Para corroborar la anterior hipótesis, se debe hacer una comparación de los taxones de vertebrados registrados para el Grupo La Venta, así como un estudio del polen fósil en localidades de la Cuenca de Girardot, como Carmen de Apicalá, Saldaña, Purificación, Coyaima, Prado y Natagaimaya.

CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Los *torpedo shaped* denominados por Fields (1959) como estructuras sedimentarias secundarias se redefinen como macrofósiles vegetales, a partir de los registros de las empalizadas de la Formación Las Mesitas.
- La fosilización de estos macrofósiles vegetales es distinta al proceso de fosilización que se presenta con el sílice y denominados xilópalos, característico del Mioceno inferior; la base fundamental de la fosilización del *torpedo shaped* es la arena, por lo que aquí se denominan moldes de troncos vegetales y son característicos del Mioceno medio.
- Se registran moldes de troncos vegetales en las formaciones La Victoria, Cerbatana, Villavieja, Las Mesitas.
- Se registra por primera vez polen fósil para el Grupo La Venta (622 taxones) de los cuales 142 son exclusivos para la Formación San Alfonso, 119 para la Formación La Victoria, y 254 para la Formación Villavieja.
- Se obtienen los primeros registros de vertebrados fósiles de la Formación San Alfonso (99 registros; 18 taxones, 6 son mamíferos), y la Formación Las Mesitas (21 registros; 20 taxones, 12 son mamíferos).
- Los taxones de mamíferos registrados para la Formación San Alfonso, estratigráficamente la base del Grupo La Venta, son: Astrapotheria, Dasypodidae (*Nanoastegotherium*), Leontiniidae, Toxodontidae (*Pericotoxodon*).
- Los taxones de mamíferos registrados para la Formación Las Mesitas, estratigráficamente el techo del Grupo La Venta, son: Astrapotheria; Litopterna (*Prolicaphrium*); Notoungulata: *Pericotoxodon platignathus*, *Miocochilius anomopodus*; Rodentia: *Prodolichotis pridiani*, *Olenopsis* sp2, *Scleromys colombianus*, *Ricardomys longiden*.
- Las especies de mamíferos, no primates, exclusivas de algunas de las formaciones del Grupo La Venta son:
 - Formación La Victoria (5): *Villarroelia totoyoi* (Litopterna), *Pithiculites chenche* (Paucituberculata), *Brievabradys laventensis* (Pilosa), *Scleromys* sp3 (Rodentia), *Anachlysisctis gracilis* (Sparassodonta).
 - Formación Villavieja (16): Chiroptera: *Kiotomops lopezi*, *Noctilio albiventris*, *Notonycteris madalenensis*, *Notonycteris sucharadeus*, *Palynephyllum antimaster*, *Thyroptera lavalis*, *Thyroptera robusta*, *Thyroptera tricolor*; Didelphimorphia:

- Marmosa laventica*, *Pachybiotherium minor*, *Thylamys colombianus*, *Thylamys minutus*; Paucituberculata: *Hondathentes cazador*; Pilosa: *Neotamandua borealis*; Rodentia: *Rhodanodolichotis antepridiana*, *Microsteiromys jacobsi*.
- Formación Las Mesitas: *Dukecynus magnus* (Sparassodonta).
- Las especies de mamíferos compartidas entre las diferentes formaciones del Grupo La Venta son:
- Formaciones San Alfonso - La Victoria - Cerbatana - Villavieja - Las Mesitas (1): Notoungulata (1): *Pericotoxodon* sp1.
 - Formaciones La Victoria - Cerbatana (36): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (9): *Anadasyus hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*, *Nanoastegotherium* sp., *Nanoastegotherium prostaticum*, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudoprepotherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (8): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastropotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (6): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp1, *Scleromys* sp2.
 - Formaciones La Victoria - Cerbatana - Villavieja (34): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (8): *Anadasyus hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*, *Nanoastegotherium prostaticum*, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudoprepotherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (8): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastropotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (5): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp2.
 - Formaciones La Victoria - Cerbatana - Villavieja - Las Mesitas (6): Notoungulata (3): *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (1): *Xenastropotherium kraglievichi*; Rodentia (2): *Olenopsis* sp2, *Prodolichotis pridiana*.
 - Formaciones Cerbatana - Villavieja (35): Sparassodonta (1): *Lycopsis longirostris*; Didelphimorphia (2): *Hondadelphys fieldsi*, *Micoureus laventicus*; Cingulata (8): *Anadasyus hondanus*, *Boreostema acostae*, *Boreostemma gigantea*,

Nanoastegotherium prostaticum, *Neoglyptatelus originalis*, *Pedrolypeutes praecursor*, *Scirrotherium* sp., *Scirrotherium hondaensis*; Pilosa (3): *Glossotheriopsis pascuali*, *Neonematherium flabellatum*, *Pseudopreprotherium confusum*; Litopterna (4): *Megadolodus molariformes*, *Prolicaphrium sanalfonsensis*, *Prothoatherium colombianus*, *Theosodon* sp.; Notoungulata (9): *Huilatherium* sp1, *Huilatherium* sp2, *Huilatherium pluripicatum*, *Miocochilius* sp., *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp., *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon* sp2, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (2): *Granastrapotherium snorki*, *Xenastrapotherium kraglievichi*; Sirenia (1): *Potamosiren magdalenensis*; Rodentia (5): *Neoreomys huilensis*, *Olenopsis* sp2, *Olenopsis* sp3, *Prodolichotis pridiana*, *Scleromys* sp2.

- Formaciones La Victoria - Villavieja (8): Cingulata (1): *Pedrolypeutes* sp.; Pilosa (1): *Neonematherium* sp.; Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp.; Notoungulata (1): *Huilatherium* sp.; Sirenia (1): *Potamosiren* sp.; Rodentia (3): *Olenopsis* sp1, *Scleromys colombianus*, *Scleromys schürmanni*.
 - Formaciones La Victoria - Villavieja - Las Mesitas (2): Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp; Rodentia (1): *Scleromys colombianus*.
 - Formaciones Villavieja - Las Mesitas (10): Litopterna (1): *Prolicaphrium* sp.; Notoungulata (3): *Miocochilius anomopodus*, *Pericotoxodon* sp1, *Pericotoxodon platignatus*; Astrapotheriidae (1): *Xenastrapotherium kraglievichi*; Rodentia (5): *Microscleromys paradosalis*, *Olenopsis* sp2, *Prodolichotis pridiana*, *Ricardomys longiden*, *Scleromys colombianus*.
- Teniendo en cuenta la información sedimentológica, de paleosuelos, macrovegetación, polen, vertebrados, específicamente mamíferos, y dentro de éstos los primates, se proponen los siguientes paleoambientes para el Grupo La Venta:
- Formación San Alfonso: sabanas secas, matorrales abiertos, ambientes semiacuáticos que rodean pequeños ríos.
 - Formación La Victoria: matorrales abiertos, humedales, sabanas inundables, sabanas arboladas, bosques de ribera.
 - Formación Cerbatana: bosques de ribera (3 m altura).
 - Formación Villavieja: sabanas secas arboladas, bosques húmedos siempre verdes (15 m altura), bosque de ribera.
 - Formación Las Mesitas: bosque húmedo siempre verde estratificado (30 - 40 m altura), bosque de ribera, sabanas arboladas.
- Teniendo en cuenta los paleoambientes propuestos, se establece que de base a techo se presenta una variación gradual de biomas secos a biomas húmedos de bosques multiestratificados.
- A partir de los taxones de vertebrados, en especial los mamíferos fósiles, se establece una mayor afinidad entre: (1) las formaciones La Victoria y Cerbatana; Paleohabitat: bosques de ribera; (2) las formaciones Villavieja y Las Mesitas;

Paleohábitats: bosques húmedos siempre verdes, bosques de ribera.

- Se reconocen los siguientes paleohábitat asociados a los primates dentro del Grupo La Venta:

Formación La Victoria (I: Capa de los Lagos; III: Areniscas de San Nicolás)

I.

- Ambiente sedimentario: lagos.
- Paleohábitat: humedal.
 - *Lagonimico conclucatus*
 - cf. *Nuciruptor* IGM 184667

II.

- Ambiente sedimentario: río meándrico.
- Paleohábitat: bosque de ribera.
 - *Stirtonia victoriae*

III.

- Ambiente sedimentario: río meándrico.
- Paleohábitat: sabana inundable, sabana arbolada, matorral abierto.
 - *Miocallicabus villaviejai*
 - cf. *Nuciruptor* IGM KU 8602

IV.

- *Incertum locum*
 - *Patasola magdalenae*

Formación Villavieja (I: Monkey Unit; II: Lower Red Bed; III - IV: Upper Red Bed)

I.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque de ribera estratificado.
 - *Laventiana annectens*
 - *Neosaimiri fieldsi*
 - *Nuciruptor rubricae* IGM 251074
 - cf. *Nuciruptor* IGM 184074

II.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque de ribera estratificado, sabana inundable.
 - Callitrichinae: IGM-KU 8402, IGM-KU 8403
 - *Cebupithecia sarmientoi*
 - *Micodon kiotensis*
 - *Neosaimiri fieldsi*
 - *Stirtonia tatacoensis*

III.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque de ribera estratificado, sabana inundable.

- Cebidae KU 9-86A
- *Mohanamico herskovitzi*
- *Stirtonia tatacoensis*

IV.

- Ambiente sedimentario: río ondulado.
- Paleohábitat: bosque siempre verde estratificado (15 m altura).
 - *Aotus dindensis* IGM-KU 8601
 - *Aotus* cf. *dindensis* IGM-KU 8802
- Se redefine la Fauna Laventense para el Grupo La Venta y para cada una de sus formaciones, la cual está conformada por 94 taxones de mamíferos, pertenecientes a 12 órdenes. Primates 18, Astrapotheria 3, Chiroptera 12, Cingulata 8, Didelphimorphia 6, Litopterna 7, Notoungulata 9, Paucituberculata 2, Pilosa 8, Rodentia 16, Sirenia 2, Spararassodonta 3.
- Se proponen los siguientes marcadores de tiempo para el Grupo La Venta:
 - Macrofósiles vegetales: moldes de troncos vegetales. Formaciones: La Victoria, Cerbatana, Villavieja, Las Mesitas.
 - Polen fósil:
 - ✓ Formación San Alfonso - La Victoria - Villavieja: *Ficus* sp1.
 - ✓ Formación San Alfonso - Villavieja: Arecaceae sp2.
 - ✓ Formación La Victoria - Villavieja: Piperaceae sp4.
 - Vertebrados fósiles: el género *Miocochilius* fue registrado en el Mioceno inferior y no se registró en la Formación San Alfonso del Grupo La Venta.

SÍNTESIS

En marco del objetivo principal de la presente investigación: “Establecer los paleoambientes y los vertebrados asociados con las especies fósiles de primates de La Venta, Colombia (formaciones La Victoria y Villavieja), con el fin de contribuir a la reconstrucción de la evolución de la biota del Mioceno medio en el norte del Neotrópico”, se procedió a probar las siguientes hipótesis:

1. Los paleoambientes asociados con las especies fósiles de primates del Mioceno medio de La Venta, Colombia, fueron más diversos y complejos de lo que se ha interpretado hasta el momento.
 - El análisis realizado permitió corroborar esta hipótesis.
2. Los paleoambientes asociados con las especies fósiles de primates del Mioceno medio de La Venta, Colombia, fueron más áridos y secos con respecto a los ambientes asociados con las especies de primates actuales.
 - Esta hipótesis fue rechazada.

Los resultados de esta investigación permitieron establecer los ambientes asociados con las especies de primates, cumpliendo con el objetivo principal: *“Establecer los paleoambientes y los vertebrados asociados con las especies fósiles de primates de La Venta, Colombia (formaciones La Victoria y Villavieja), con el fin de contribuir a la reconstrucción de la evolución de la biota del Mioceno medio en el norte del Neotrópico”*.

PROYECCIONES A FUTURO

- Se sugiere realizar una biozonación con énfasis en los mamíferos, la cual se debe realizar teniendo en cuenta la especie, la geoposición espacial, la capa litológica, y el tipo de hábitat. Por ejemplo, mamíferos fósiles registrados sólo en matorrales secos, llanuras de inundación, bosques multiestratificados, en donde se especifique la primera aparición de la especie.
- La recolección de material fósil de vertebrados se debe realizar bajo un control estratigráfico preciso en nuevas áreas de prospección del Grupo La Venta, tal como se propone en esta investigación, lo cual permitirá plantear hipótesis referidas a la evolución de los vertebrados fósiles, con énfasis en mamíferos.
- Esta investigación proporciona una amplia base de datos de los fósiles de mamíferos del Mioceno medio del norte del Neotrópico. Por lo tanto, se plantea realizar un análisis comparativo con enfoque paleobiogeográfico de la fauna registrada en las formaciones San Alfonso, La Victoria, Cerbatana, Villavieja y Las Mesitas que respalde las inferencias en torno a la reconstrucción integral de los paleoambientes del Mioceno medio.
- Se sugiere realizar una revisión sistemática de algunos grupos de vertebrados con énfasis en los grandes ríos y ecosistemas, como posibles barreras biogeográficas del Mioceno medio Neotropical.

CAPÍTULO VII - BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilera, O., J. Lundberg, J. Bririndelli, M. Sabaj Pérez, C. Jaramillo, M.R. Sánchez-Villagra. 2013. Palaeontological evidence for the last temporal occurrence of the ancient western Amazonian river outflow into the Caribbean. PLoS One 8 (9): e76202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076202>.
- Alberdi, M.T., J.L. Prado, E. Ortiz-Jareguizar. 1995. Patterns of body size changes in fossil and living Equini (Perissodactyla). Biological Journal of the Linnean Society 54: 349-370.
- Alván, A., J. Apolín, C. Chacaltana. Los dientes de seláceos (Condrichthyies) y su aplicación estratigráfica en las Lomas de Ullujaya (Ica, Perú). XIII Congreso Peruano de Geología, Resúmenes Extendidos Sociedad Geológica del Perú, Pp: 595-598.
- Anderson, F.M. 1926. Original source of oil in Colombia. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 10: 382-404.
- Anderson, T.A. 1972. Paleogene nonmarine Gualanday Group, Neiva Basin, Colombia, and regional development of the Colombian Andes. Geological Society of America Bulletin 83: 2423-2438.
- Anderson, V.J., B.K. Horton, J.E. Saylor, A. Mora, E. Tesón, D.O. Breecker, R.A. Ketcham. 2016. Andean topographic growth and basement uplift in southern Colombia: implications for the evolution of the Magdalena, Orinoco, and Amazon river systems. Geosphere 12 (4): 1235-1256.
- Andrews, P., J.M. Lord, E.M. Nesbit Evans. 1979. Patterns of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas. Biological Journal of the Linnean Society 11: 177-205.
- Antoine, P.O., R. Salas-Gismondi, P. Baby, M. Benammi, S. Brusset, D. De Franceschi, N. Espurt, C. Gaillot, F. Pujos, J. Tejada, M. Urbina. 2007. The Middle Miocene (Laventan) Fitzcarrald fauna Amazonian Peru. Pp: 19-24 en: E. Díaz-Martínez, I. Rábano (eds.), 4th *European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America*. Cuadernos del Museo Geominero, No. 8, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España.
- Antoine, P.O., L. Marivaux, D.A. Croft, G. Billet, M. Ganerod, C. Jaramillo, T. Martin, M.J. Orliac, J. Tejada, A.J. Altamirano, F. Duranthon, G. Fanjat, S. Rousse, R. Salas Gismondi. 2011. Middle Eocene rodents from Peruvian Amazonia reveal the pattern and timing of caviomorph origins and biogeography. Proceedings of the Royal Society B DOI: 10.1098/rspb.2011.1732.
- Antoine, P.O., M. Roddaz, S. Brichau, J. Tejada-Lara, R. Salas, A. Altamirano, M. Louterbach, L. Lambs, T. Otto, S. Brusset. 2013. Middle Miocene vertebrates from the Amazonian Madre de Dios Subandean Zone, Perú. Journal of South American Earth Sciences 42: 91-102.
- Auffenberg, W. 1971. A new fossil totoise, with remarks on the origins of South American Testudinines. American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH) (1): 106-117.
- Berrio, J.C., H. Hooghiemstra, R. Marchant, J.O. Rangel-Ch. 2002. Late-glacial and Holocene history of the dry forest area in the south Colombian Cauca Valley. Journal of Quaternary Science 17 (7): 667-682.
- Bourque, J.R. 2012. A fossil mud turtle (Testudines, Kinosternidae) from the Early Middle Miocene (Early Barstovian) of New Mexico. Journal of Vertebrate Paleontology 32 (4): 836-853.
- Busbey III, B. 1986. New material of *Sebecus* cf. *huilensis* (Crocodylia: Sebecosuchidae) from the Miocene La Venta Formation of Colombia. Journal of Vertebrate Paleontology 6 (1): 20-27.
- Butler Jr., J.W. 1942. Geology of Honda District, Colombia. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 26 (5): 793-837.
- Butler, K., S. Schamel. 1988. Structure along the eastern margin of the Central Cordillera, Upper Magdalena Valley, Colombia. Journal of South American Earth Sciences 1 (1): 109-120.
- Cabrera, A. 1929. Un astrapotérido de Colombia. Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales (IX): 436-439.
- Carlini, A.A., A.E. Zurita, G.J. Scillato-Yané, R. Sánchez, O.A. Aguilera. 2008. New Glyptodont from the Codore Formation (Pliocene), Falcón State, Venezuela, its relationship with the *Asterostemma* problem, and the paleobiogeography of the Glyptodontinae. Papäontologische Zeitschrift 82 (2): 139-152.
- Carlini, A.A., M.C. Castro, R.H. Madden, G.J. Scillato-Yané. 2013. A new species of Dasypodidae (Xenarthra: Cingulata) from the late Miocene of northwestern South America: implications in the Dasypodini

- phylogeny and diversity. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, DOI: 10.1080/08912963.2013.840832, Pp: 1-9.
- Chimento, N.R. 2012. Revisión de algunos Xenarthra (Mammalia) del “Puelchense” de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Historia Natural, Fundación de Historia Natural Félix de Azara (FHN), Universidad Maimónides, Tercera Serie*, 2 (1): 5-40.
- Cifelli, R.L. 1983. Eutherian tarsal from the Late Paleocene of Brazil. *American Museum Novitates* (2761): 1-31.
- Cifelli, R.L. 1985. Biostratigraphy of the Casamayoran, Early Eocene, of Patagonia. *American Museum Novitates* (2820): 1-26.
- Cifelli, R.L., M.F. Soria. 1983. Systematics of the Adianthidae (Litopterna, Mammalia). *American Museum Novitates* (2771): 1-25.
- Cifelli, R.L., J. Guerrero. 1989. New remains of *Prothoatherium colombianus* (Litopterna, Mammalia) from the Miocene of Colombia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 9 (2): 222-231.
- CEN. 2010. Código Estratigráfico Norteamericano. Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica, Boletín 117, Director G. Tolson Jones, Servicio Geológico Mexicano, Sociedad Geológica Mexicana, México D.F., México, 64p.
- Cooke, S.B., A.F. Vanegas, A. Link, B.M. Shearer, L.K. Stroit, M. Tallman. 2017. New specimens of *Stirtonia* from the La Victoria Formation, La Venta, Colombia and the evolution of Alouattine dental form. Conference: American Association of Physical Anthropology, New Orleans, LA, USA, abril 2017.
- Creighton, G.K. 1980. Static allometry of mammalian teeth and the correlation of tooth size and body size in contemporary mammals. *J. Zool., Lond.* 191: 435-443.
- Croft, D.A. 2007. The Middle Miocene (Laventan) Quebrada Honda fauna, Southern Bolivia and a description of its notoungulates. *Palaeontology* 50 (1): 277-303.
- Czaplewski, N.J., M. Takai, T.M. Naeher, N. Shigehara, T. Setoguchi. 2003. Additional bats from the Middle Miocene La Venta Fauna of Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales XX-VII* (103): 263-282.
- De Iuliis, G., M.S. Bargo, S.F. Vizcaíno. 2000. Variation in skull morphology and mastication in the fossil giant armadillos *Pampatherium* spp. and allied genera (Mammalia: Xenarthra: Pampatheriidae), with comments in their systematics and distribution. *Journal of Vertebrate Paleontology* 20 (4): 743-754.
- De Iuliis, G., F. Pujos, C. Cartelle. 2009. A new ground sloth (Mammalia: Xenarthra) from the Quaternary of Brazil. *Comptes Rendus Palevol* 8: 705-715.
- De Muizon, C., H.G. McDonald, R. Salas, M. Urbina. 2003. A new early species of the aquatic sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Xenarthra) from the Late Miocene of Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology* 23 (4): 886-894.
- De Muizon, C., H.G. McDonald, R. Salas, M. Urbina. 2004a. The youngest species of the aquatic sloth *Thalassocnus* and a reassessment of the relationships of the nothrothere sloths (Mammalia: Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology* 24 (2): 387-397.
- De Muizon, C., H.G. McDonald, R. Salas, M. Urbina. 2004b. The evolution of feeding adaptations of the aquatic sloth *Thalassocnus*. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24 (2): 398-410.
- De Porta, J. 1959. Nueva subespecie de toxodontidae del Cuaternario de Colombia. *Boletín de Geología* (3): 55-61.
- De Porta, J. 1961. Edentata Xenarthra del Pleistoceno de Colombia: nota preliminar. *Boletín de Geología* (6): 5-32.
- De Porta, J. 1962. Edentata Xenarthra del Pleistoceno de Colombia: I Dasypodoidea y Glyptodontoidea. *Boletín de Geología* (10): 5-23.
- De Porta, J. 1969. Les vertébrés fossiles de Colombie et les problèmes posés par L'isolement du continent Sud-Américain. *Palaeovertebrata* 2: 77-94.
- De Porta, J. 2003. La formación del Istmo de Panamá. Su incidencia en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 27 (103): 191-216.
- De Porta, J., F. Etayo. 1996. José Royo y Gómez y las investigaciones sobre los vertebrados fósiles de Colombia. *Geogaceta* 19: 181-182.
- Defler, T.R. 2010. *Historia Natural de los Primates Colombianos*. 2ª ed., Departamento de Biología,

- Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Bogotá D.C., 609p.
- Dino, R., E.A. Amaral S., L. Antonioli, C. Riccomini, A.C. Rodríguez N. 2012. Palynostratigraphy and sedimentary facies of middle Miocene fluvial deposits of the Amazonas Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 34: 61-80.
- Domning, D.P. 1982. Evolution of manatees: a speculative history. *Journal of Paleontology* 56: 599-619.
- Domning, D.P. 1997. Sirenia. Pp: 383-391 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Domingo, L., J. Cuevas-González, S.T. Grimes, M. Hernández Fernández, N. López-Martínez. 2009. Multiproxy reconstruction of the palaeoclimate and palaeoenvironment of the Middle Miocene Somosaguas site (Madrid, Spain) using herbivore dental enamel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 272: 53-68.
- Dueñas J., H. 1980. Palynology of Oligocene-Miocene strata of Borehole Q-E-22, Planeta Rica, Northern Colombia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 30 (3/4): 313-3
- Duque-Caro, H. 1990a. Estratigrafía, paleoceanografía y paleobiogeografía de la Cuenca del Atrato y la evolución del Istmo de Panamá. *Boletín Geológico de INGEOMINAS (Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras)* 31 (1): 3-46.
- Duque-Caro, H. 1990b. El bloque del Chocó en el noroccidente Suramericano: implicaciones estructurales, tectonoestratigráficas y paleogeográficas. *Boletín Geológico de INGEOMINAS (Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas y Mineras)* 31 (1): 47-71.
- Duque-Caro, H. 1990c. The Choco block in the northwestern corner of South America: structural, tectonostratigraphic, and paleogeographic implications. *Journal of South America Earth Science* 3 (1): 71-84.
- Duque-Caro, H. 1990d. Neogene stratigraphy, paleoceanography and paleobiogeography in northwest South America and the evolution on the Panamá seaway. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 77: 203-234.
- Estes, R. 1961. Miocene Lizards from Colombia. *South America. Breviora: Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Mass.* (143): 1-11.
- Estes, R. R. Wassersug. 1963. A Miocene toad from Colombia. *South America. Breviora: Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts, USA* (193): 1-13.
- Feagle, J.F. 1978. Size distributions of living and fossil Primate faunas. *Paleobiology* 4 (1): 67-76.
- Fields, R.W. 1957. Hystricmorph rodents from the Late Miocene of Colombia, South America. University of California Press, Berkeley, USA, *Publications in Geological Sciences* 35: 273-404.
- Fields, R.W. 1959. Geology of the La Venta badlands, Colombia, South America. University of California Press, Berkeley, USA, *Publications in Geological Sciences* 32 (6): 405-444, + 1 mapa.
- Fields, R.W., D. Henao-Londoño. 1949. *Detailed Geologic Map of the area from Cerro Gordo to La Venta, Huila, Colombia, South America*. Prepared in cooperation with the Servicio Geológico Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Mapa.
- Figuerola-C., Y., G. Galeano. 2007. Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de La Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia* 29 (2): 263-281.
- Fleming, T.H. 1973. Numbers of mammalian species in North and Central America forest communities. *Ecology* 54 (3): 555-563.
- Flórez M., M.T., L.N. Parra-Sánchez, D.F. Jaramillo J., J.M. Jaramillo M. 2013. Paleosuelos del Mioceno en el Desierto de La Tatacoa. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales XXXVII* (143): 229-244.
- Flynn, J.F., J. Guerrero, C.C. Swisher III. 1997. Geochronology of the Honda Group. Pp: 44-59 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Ford, S.M. 1990. Locomotor adaptations of fossil platyrrhines. *Journal of Human Evolution* 19: 141-173.
- Fuquen M., J.A., J.F. Osorno M. 2002. *Geología de la Plancha 303 Colombia, departamentos de Huila, Tolima y Meta: Escala 1:100.000*. Memoria Explicativa, República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear

- (INGEOMINAS), Bogotá D.E., Colombia, septiembre de 2002, 88p.
- Gebo, D.L. 1989. New platyrrhine tali from La Venta American Journal of Physical Anthropology 78: 226.
- Gebo, D.L., M. Dagosto, A.L. Rosenberger, T. Setoguchi. 1990. New platyrrhine tali from La Venta, Colombia. Journal of Human Evolution 19: 737-746.
- Germeraad, J.H., C.A. Hopping, J. Muller. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. Review of Palaeobotany and Palynology 6: 189-348.
- Gillette, D.D. 1984. A marine ichthyofauna from the Miocene of Panama, and the Tertiary Caribbean Faunal Province. Journal of Vertebrate Paleontology 4 (2): 172-186.
- Gingerich, P.D. 1974. Size variability of the teeth in living mammals and the diagnosis of closely related sympatric fossil species. Journal of Paleontology 48 (5): 895-903.
- Gingerich, P.D., E.L. Simons. 1977. Systematics, phylogeny, and evolution of early Eocene Adapidae (Mammalia: Primates) in North America. Museum of Paleontology, The University of Michigan 24 (22): 245-279.
- Gingerich, P.D., A.S. Ryan. 1979. Dental and cranial variation in living Indriidae. Primates 20 (1): 141-159.
- Gingerich, P.D., B. Holly Smith, K. Rosenberg. 1982. Allometric scaling in the dentition of Primates and prediction of body weight from tooth size in fossils. American Journal of Physical Anthropology 58: 81-100.
- Gómez Cano, A.R., B.A. García Yelo, M. Hernández Fernández. 2006. Cenogramas análisis bioclimático y muestreo en faunas de mamíferos: implicaciones para la aplicación de métodos de análisis palaeocológicos. Estudios Geológicos 62 (1): 135-144.
- González-Ruiz, L.R. 2010. Los cingulata (Mammalia, Xenarthra) del Mioceno temprano y medio de Patagonia (edades Santacrucense y "Friasense") revision sistemática y consideraciones bioestratigráficas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina, 471p.
- González-Ruiz, L.R., G.J. Scillato-Yané. 2008. Una nueva especie de *Stegotherium* Ameghino (Xenarthra, Dasypodidae, Stegotheriini) del Mioceno de la provincial de Santa Cruz (Argentina), MAEGHINIANA (Revista de la Asociación Paleontológica Argentina - APA) 45 (4): 641-648.
- González-Ruiz, L.R., E. Scillato-Yané, G.J. Scillato-Yané. 2009. A new Stegotheriini (Mammalia, Xenarthra, Dasypodidae) from the "Notohippidian" (early Miocene) of Patagonia, Argentina. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 252 (1): 81-90.
- González-Ruiz, L.R., A.E. Zurita, J. Feagle, G.J. Scillato-Yané, M.T. Dozo, M. Zamorano. 2010. The southernmost record of a Neuryurini Hoffstetter, 1958 (Mammalia, Xenarthra, Glyptodontidae). Paläontol Z, Springer, DOI 10.1007/s12542-010-0083-8.
- González-Ruiz, L.R., A.E. Zurita, G.J. Scillato-Yané, M. Zamorano, M.F. Tejedor. 2011. Un Nuevo Glyptodontidae (Mammalia, Xenarthra, Cingulata) del Mioceno de Patagonia (Argentina) y comentarios acerca de la sistemática de los gliptodontes "friasenses". Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 28 (3): 566-579.
- González-Ruiz, L.R., F. Góis, M.R. Ciancio, G.J. Scillato-Yané. 2013. Los Peltephilidae (Mammalia, Xenarthra) de la Formación Collón Curá (Colloncurensis, Mioceno medio), Argentina. Revista Brasileira de Paleontologia 16 (2): 319-330.
- Gould, S.J. 1975. On the scaling of tooth size in mammals. American Zoologist 15 (2): 351-362.
- Graham, A. 1999. Studies in Neotropical paleobotany. XIII. An Oligo-Miocene palynoflora from Simojovel (Chiapas, Mexico). American Journal of Botany 86 (1): 17-31.
- Graham, A. 2009. Fossil record of the Rubiaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden 96 (1): 90-108.
- Gray, J. 1965. Extraction techniques. Pp: 530-587 en: B. Kummel, D. Raup (Eds.), *Handbook of Paleontological Techniques*. Freeman, San Francisco, CA.
- Guerrero, J. 1985. *Geología de un sector del nororiente del municipio de Villavieja y descripción de un mamífero del orden Liptopterna*. Trabajo de grado, Departamento de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.E., Colombia, 81p.
- Guerrero, J. 1993. Magnetostratigraphy of the upper part of the Honda Group and Neiva Formation. Miocene uplift of the Colombian Andes. Thesis Ph.D., Duke University, Durham, North Carolina,

- USA, 87p.
- Guerrero, J. 1997. Stratigraphy, sedimentary environments, and the Miocene Uplift of the Colombian Andes. Pp: 15-43 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Harrington, H.J. 1962. Paleogeographic development of South America. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 46 (10): 1773-1814.
- Hartwig, W.C., D.J. Meldrum. 2002. Miocene Platyrrhines of the Northern Neotropics. Pp. 175-188 en: W.C. Hartwig (ed.), *The Primate Fossil Record*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hayashida, A. 1984. Paleomagnetic study of the Miocene continental deposits in La Venta Badlands, Colombia. Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 4: 77-83.
- Henao-Londoño, D. 1950. *Geology of La Venta District: the fossiliferous area of the Upper Magdalena Valley*. Informe No. 718, Ministerio de Minas y Petroleos, Sección 5a, Servicio Geológico Nacional, Bogotá, Colombia, 49p, + 6 mapas, + 2 columna estratigráfica. Informe técnico, 13 septiembre 1950.
- Henao-Londoño, D., R.W. Fields. 1949. Honda Formation of the Upper Magdalena River Basin, Colombia, S.A. Bulletin of the Geological Society of America 60: 1894.
- Henao-Londoño, D., R.W. Fields, I. Osorio M. 1949. *Estudio Geológico en el municipio de Villavieja, departamento del Huila. Hoja No. 1: La Venta; Hoja No. 2: El Dinde; Hoja No. 3: Cerro Gordo*. Servicio Geológico Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Mapas: 3.
- Hernández Fernández, M., M.T. Alberdi, B. Azanza, P. Montoya, J. Morales, M. Nieto, P. Peláez-Campomanes. 2006. Identification problems of arid environments in the Neogene-Quaternary mammals record of Spain. Journal of Arid Environments 66: 585-608.
- Hershkovitz, P. 1970. Notes on Tertiary platyrrhine monkeys and description of a new genus from the late Miocene of Colombia. Folia Primatologica 12: 1-37.
- Hershkovitz, P. 1984. More on the *Homunculus* Dpm4 and M1 and comparison with *Alouatta* and *Stirtonia* (Primates, Platyrrhini, Cebidae). American Journal of Primatology 7: 261-283.
- Hettner, A. 1892. *Die Kordillere von Bogotá*. Pettermanns Mitteil, 22, Ergänzungsheft 104, 131p.
- Hilgen, F.J., H.A. Abels, S. Iaccarino, W. Krijgsman, I. Raffi, R. Sprovieri, E. Turco, W.J. Zachariasse. 2009. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Serravallian Stage (Middle Miocene). Episodes 32 (3): 152-166.
- Hirschfeld, S.E. 1976. A new fossil anteater (Edentata, Mammalia) from Colombia, S.A. and evolution of the Vermilingua. Journal of Paleontology 50 (3): 419-432.
- Hirschfeld, S.E. 1985. Ground sloths from the Friasian La Venta Fauna, with additions to the Pre-Friasina Coyaima Fauna of Colombia, South America. University of California Publications in Geological Science 128: 1-92.
- Hirschfeld, S.E., L.G. Marshall. 1976. Revised faunal list of the La Venta Fauna (Friasian-Miocene) of Colombia, South America. Journal of Paleontology 50 (3): 433-436.
- Hodgson, J. A, K. N. Sterner, L.J. Matthews, A.S. Burrell, R.A. Jani, R.L. Raaum, C.B. Stewart, T.R. Disotell. 2009. Successive radiations, not stasis, in the South American primate fauna. Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America (PNAS): 1-6.
- Holling, C.S. 1992. Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems. Ecological Monographs 62 (4): 447-502.
- Hoorn, C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 105: 267-309.
- Hoorn, C. 1994a. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 109: 1-54.
- Hoorn, C. 1994b. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 112: 187-238.
- Hoorn, C., F.P. Wesselingh (eds.). 2010. *Amazonai: landscape and species evolution a look into the past*. Wiley-Blackwell a John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 447p.
- Hoorn, C., J. Guerrero, G.A. Sarmiento, M.A. Llorente. 1995. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. Geology 23: 237-240.

- Hoorn, C., F.P. Wesselingh, H. Ter Steege, M.A. Bermudez, A. Mora, J. Sevink, I. Sanmartín, A. Sanchez-Meseguer, C.L. Anderson, J.P. Figueiredo, C. Jaramillo, D. Riff, F.R. Negri, H. Hooghiemstra, J. Lundberg, T. Stadler, T. Särkinen, A. Antonelli. 2010. Amazonian through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science* 330: 927-931.
- Hooghiemstra, H., T. Van der Hammen. 1998. Neogene and Quaternary development of the neotropical rain forest: the forest refugia hypothesis, and a literature overview. *Earth-Science Reviews* 44: 147-183.
- Howe, M.W. 1974. Nonmarine Neiva Formation (Pliocene ?), Upper Magdalena Valley, Colombia: regional tectonism. *Geological Society of America Bulletin* 85: 1031-1042.
- Hsiou, A.S. 2007. A new Teiidae species (Squamata, Scincomorpha) from the Late Pleistocene of Rio Grande Do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 10 (3): 181-194.
- Hsiou, A.S., A.M. Albino, J. Ferigolo. 2009. First Lizard remains (Teiidae) from the Miocene of Brazil (Solimões Formation). *Revista Brasileira de Paleontologia* 12 (3): 225-230.
- Hsiou, A.S., G.R. Winck, B.W. Schubert, L. Ávila. 2013. On the presence of *Eunectes murinus* (Squamata, Serpentes) from the Late Pleistocene of Northern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 16 (1): 77-82.
- Hubach, E. 1930. Exploracion en la region de Apulo-An Antonio-Viotä. *Boletín de Minas y Petróleos* 4: 41-60.
- Huxley, J.S. 1932. *Problems of Relative Growth*. Methuen, London, 276p.
- Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2014. Lista de plantas de Bosque Seco Tropical de Colombia. [http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=bosquessecos_colombia_2013].
- Jaramillo, C. 2002. Response of tropical vegetation to Paleogene warming. *Paleobiology* 28 (2): 222-243.
- Jaramillo, C., D.L. Dilcher. 2001a. Middle Paleogene palynology of central Colombia, South America: a study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica* 258: 87-213.
- Jaramillo, C., D.L. Dilcher. 2001b. Microfloral diversity patterns of the late Paleocene-Eocene interval in Colombia, northern South America. *Geology* 28 (9): 815-818.
- Jaramillo, C., M.J. Rueda, G. Mora. 2006. Cenozoic plant diversity in the Neotropics. *Science* 311 (5769): 1893-1896.
- Jaramillo, C., G. Bedoya, A. Pardo-Trujillo, M. Rueda, V. Torres, G.J. Harrington, G. Mora. 2007. The palynology of the Cerrejón Formation (Upper Paleocene) of Northern Colombia. *Palynology* 31 (1): 153-189.
- Jaramillo, C., D. Ochoa, L. Contreras, M. Pagani, H. Carvajal-Ortiz, L.M. Pratt, S. Krishnan, A. Cardona, M. Romero, L. Quiroz, G. Rodriguez, M.J. Rueda, F. de la Parra, S. Morón, W. Green, G. Bayona, C. Montes, O. Quintero, R. Ramírez, G. Mora, S. Schouten, H. Bermudez, R. Navarrete, F. Parra, M. Alvarán, J. Osorno, J.L. Crowley, V. Valencia, J. Vervoort. 2010. Effects of rapid global warming at the Paleocene-Eocene boundary on Neotropical vegetation. *Science* 330: 957-961.
- Jaramillo, C., C. Hoorn, S.A.F. Da Silva, F. Leite, F. Herrera, L. Quiroz, R. Dinoo, L. Antonioli. 2010. The origin of the modern Amazon rainforest: implications of the palynological and palaeobotanical record. Pp: 351-368 *en*: C. Hoorn, F.P. Wesseling (eds.), *Amazonia: landscape and species evolution*. A look into the past, Wiley-Blackwell: a John Wiley & Sons, Ltd., Publication, USA.
- Jaramillo Justinico, A., L.N. Parra-Sánchez, J.O. Rangel-Ch. 2011. El registro de los cambios de clima en la estratigrafía de la Amazonia colombiana I. Neógeno - inicios del Cuaternario. *Caldasia* 33 (2): 539-572.
- Kay, R.F. 1990a. A possible "giant" tamarin from the Miocene of Colombia. *American Journal of Physical Anthropology* 81: 248.
- Kay, R.F. 1990b. The phyletic relationships of extant and fossil Pitheciinae (Platyrrhini, Anthropeidea). *Journal of Human Evolution* 19: 175-208.
- Kay, R.F. 1994. "Giant" tamarin from the Miocene of Colombia. *American Journal of Physical Anthropology* 95: 333-353.
- Kay, R.F., C.D. Frailey. 1993. Large fossil platyrrhines from the Río Acre local fauna, late Miocene, western Amazonia. *Journal of Human Evolution* 25: 319-327.

- Kay, R.F., R.H. Madden. 1997. Mammals and rainfall: paleoecology of the middle Miocene at La Venta (Colombia, South America). *Journal of Human Evolution* 32: 161-199.
- Kay, R.F., J. Meldrum. 1997. A new small Platyrrhine and the phyletic position of Callitrichinae. Pp: 435-458 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the Miocene Fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Kay, R.F., R.H. Madden. 1997. Paleogeography and paleoecology. Pp: 520-550 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the Miocene Fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Kay, R.F., M.A. Cozzuol. 2006. New platyrrhine monkeys from the Solimões Formation (late Miocene, Acre State, Brazil). *Journal of Human Evolution* 50: 673-686.
- Kay, R.F., H.G. Fleagle. 2010. Stem taxa, homoplasy, long lineages, and the phylogenetic position of *Dolichocebus*. *Journal of Human Evolution* 59: 218-222.
- Kay, R.F., R.H. Madden, J.M. Plavcan, R.L. Cifelli, J. Guerrero. 1987. *Stirtonia victoriae*, a new species of Miocene Colombian primate. *Journal of Human Evolution* 16: 73-196.
- Kay, R.F., R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.). 1997. *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the Miocene Fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA, 592p.
- Kay, R.F., B.A. Williams, F. Anaya. 2002. The adaptations of *Branisella boliviana*, the Earliest South American monkey. Pp: 339-370 en: J.M. Plavcan, R.F. Kay, W.L. Jungers, C.P. Van Schaik (eds.), *Reconstructing Behavior in the Primate Fossil Record*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA.
- Kay, R.F., J.G. Fleagle, T.R.T. Mitchell, M. Colbert, T.M. Bown, D.W. Powers. 2008. The anatomy of *Dolichocebus gaimanensis*, a stem platyrrhine monkey from Argentina. *Journal of Human Evolution* 54: 323-382.
- Kay, R.F., K.D. Hunt, C.D. Beeker, G.W. Conrad, C.C. Johnson, J. Keller. 2011. Preliminary notes on a newly discovered skull of the extinct monkey *Antillothrix* from Hispaniola and the origin of the Greater Antillean monkeys. *Journal of Human Evolution* 60: 124-128.
- Keller, G., J.A. Barron. 1987. Paleodepth distribution of Neogene deep-sea hiatuses. *Paleoceanography* 2: 697-713.
- Kramarz, A.G. 2009. Adiciones al conocimiento de *Astrapothericulus* (Mammalia, Astrapotheria): anatomía cráneo-dentaria, diversidad y distribución. *Revista Brasileira de Paleontologia* 12 (1): 55-66.
- Latrubesse, E.M., S.A.F. Da Silva-Caminha, M. Cozzuol, M.L. Absy. 2007. Late Miocene continental sedimentation in southwestern Amazonia and its regional significance: biotic and geological evidence. *Journal of South American Earth Science* 23: 61-80.
- Latrubesse, E.M., M. Cozzuol, S.A.F. Da Silva-Caminha, C.A. Rigsby, M.L. Absy, C. Jaramillo. 2010. The late Miocene paleogeography of the Amazon Basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth Science Reviews* 99: 99-124.
- Leal, A., J.C. Berrío, E. Raimúndez, B. Bilbao. 2011. A pollen atlas of Premontane Woody and Herbaceous communities from the Upland Savannas of Guayana, Venezuela. *Palynology* 35 (2): 226-266.
- Leal, A., B. Bilbao, J.C. Berrío. 2013. A contribution to pollen rain characterization in forest-savannah mosaics of the Venezuelan Guayana and its use in vegetation reconstructions from sedimentary records. *American Journal of Plant Science* 4: 33-52.
- Legendre, S. 1986. Analysis of mammalian communities from the Late Eocene and Oligocene of Southern France. *Paleovertebrata* 16: 191-212.
- Lorente, M. 1986. Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela. J. Cramer, Berlin, 222p.
- Luchterhand, K., R.F. Kay, R.H. Madden. 1986. *Mohanamico hershkovitzi*, gen. et sp. nov., un primate du Miocène moyen d'Amérique du Sud. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris sér. II*, 303:1753-1758.
- Lundberg, J.G. 1992. A Miocene fossil of the Amazonian Fish *Arapaima* (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River Region of Colombia: biogeographic and evolutionary implications. *Biotropica* 24 (1): 2-14.

- Lundberg, J.G. 1997. Freshwater fishes and their paleobiotic implications. Pp: 67-92 *en*: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Lundberg, J.G. 2005. *Brachyplatystoma promagdalena*, new species, a fossil goliath catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from the Miocene of Colombia, South America. *Neotropical Ichthyology* 3 (4): 597-605.
- Lundberg, J.G., B. Chernoff. 1992. A Miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River region of Colombia: biogeographic and evolutionary implications. *Biotropica* 24 (1): 2-14.
- Lundberg, J.G., A. Machado-Allison, R.F. Kay. 1986. Miocene Characid fishes from Colombia: evolutionary stasis and extirpation. *Science* 234 (4773): 208-209.
- Lundberg, J. G., O. J. Linares, M. E. Antonio, P. Nass. 1988. *Phractocephalus hemiliopterus* (Pimelodidae, Siluriformes) from the Upper Miocene Urumaco Formation, Venezuela: a further case of evolutionary stasis and local extinction among South American fishes. *Journal of Vertebrate Paleontology* 8 (2): 131-138.
- Lyman, R.L. 2013. Taxonomic composition and body-mass distribution in the terminal Pleistocene mammalian fauna from the Marmes site, southeastern Washington State, USA. *Paleobiology* 39 (3): 345-359.
- Lynch A., J.W., J.P. Boubli, L.E. Olson, A.D. Fiore, B. Wilson, G.A. Gutiérrez-Espeleta, K.L. Chiou, M. Schulte, S. Neitszel, V. Ross, D. Schwochow, M.T.T. Nguyen, I. Farias, C.H. Janson, M.E. Alfaro. 2011. Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography* 1-17.
- MacFadden, B.J. 1990. Chronology of Cenozoic primate localities in South America. *Journal of Human Evolution* 19: 7-21.
- Madden, R.H., J. Guerrero, R.F. Kay, J.J. Flynn, C.C. Swisher III, A.H. Walton. 1997. The Laventan Stage and Laventan Age: new chronostratigraphic and geochronologic units for the Miocene of South America. Pp: 499-519 *en*: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Magalhães e Silva, F.H., F.A. Ribeiro dos Santos. 2009. Pollen morphology of the shrub and arboreal flora of mangroves of Northeastern Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 17: 423-443.
- Marshall, C.R. 1990. Confidence intervals on stratigraphic ranges. *Paleobiology* 16 (1): 1-10.
- Marshall, L.G. 1976. New Didelphine marsupials from the La Venta Fauna (Miocene) of Colombia, South America. *Journal of Paleontology* 50 (3): 402-418.
- Marshall, L.G. 1977. A new species of *Lycopsis* (Borahyaenidae: Marsupialia) from the La Venta Fauna (Late Miocene) of Colombia, South America. *Journal of Paleontology* 51 (3): 633-642.
- Marshall, L.G., R. Hoff tetter, R. Pascual. 1983. Mammals and stratigraph: geochronology of the continental Mammal-bearing Tertiary of South America. *Paleovertebrata* 1-93.
- Marshall, L.G., R. Pascual, G.H. Curtis, R.E. Drake. 1977. South American geochronology: radiometric time scale for Middle to Late Tertiary Mammal-bearing horizons in Patagonia. *Science* 195 (4284): 1325-1328.
- Marshall, L.G., S.D. Webb, J.J. Sepkoski, D.M. Raup. 1982. Mammalian evolution and the Great American Interchange. *American Association for the Advancement of Science* 215 (4538): 1351-1357.
- Marshall, L.G., R.F. Butler, R.E. Drake, G.H. Curtis, R.H. Tedford. 1979. Calibration of the Great American Interchange. *Science* 204 (4390): 272-279.
- Martínez, J.N., R. Cadenillas. 2006. Paleoambientes de la region de Talara - La Brea (Piura, Perú) hacia el fin del Pleistoceno: datos sugeridos por la paleocomunidad de mamíferos. XII Congreso Peruano de Geología, Resúmenes extendidos, Sociedad Geológica del Perú, Lima, Perú, Pp: 481-484.
- McKean, S.J. 1993. *Manual de Análisis de Suelos y Tejido Vegetal: una guía y practica de metodologías*. Informe técnico, No. 129, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Laboratorio de Servicios Analíticos, Valle del Cauca, Colombia, 103p.
- Meldrum, D.J., J.G. Fleagle. 1988. Morphological affinities of the postcranial skeleton of *Cebupithecia sarmientoi*. *American Journal of Physical Anthropology* 75: 249.
- Meldrum D.J., R.F. Kay. 1990. A new partial skeleton of *Cebupithecia sarmientoi* from the Miocene of

- Colombia. American Journal of Physical Anthropology 81: 267.
- Meldrum, D.J., P. Lemelin. 1991. Axial skeleton of *Cebupithecia sarmientoi* (Pitheciinae, Platyrrhini) from the Middle Miocene of La Venta, Colombia. American Journal of Primatology 25: 69-89.
- Meldrum, D.J., R.F. Kay. 1997. *Nuciraptor rubricae*, a new pitheciin seed predator from the Miocene of Colombia. American Journal of Physical Anthropology 102: 407-427.
- Meldrum, D.J., J.G. Fleagle, R.F. Kay. 1990. Partial humeri of two Miocene Colombian Primates. American Journal of Physical Anthropology 81: 413-422.
- Miller, A.H. 1953. A fossil hoatzin from the Miocene of Colombia. Auk 70: 484-489.
- Miño-Boilini, A.R., R.L. Tomassini, C. Oliva, T.M. De Bianco. 2011. Adiciones al conocimiento de Proscelidodon Bordas, 1935 (Mammalia, Xenarthra, Scelidotheriinae). Revista Brasileira de Paleontologia 14 (3): 269-278.
- Monsch, K.A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 143: 31-50.
- Mook, C.C. 1941. A new fossil crocodilian from Colombia. Proceedings of the United States National Museum, Smithsonian Institution U.S. National Museum 91 (3122): 55-58, Plate 9.
- Mora, A., M. Parra, M.R. Strecker, E.R. Sobel, H. Hooghiemstra, V. Torres, J. Vallejo Jaramillo. 2008. Climatic forcing of asymmetric orogenic evolution in the Eastern Cordillera of Colombia. Geological Society of America Bulletin 120: 930-949.
- Morrone, J.J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands bases on panbiogeographic and cladistics analyses of the entomofauna. Annual Review of Entomology 51: 467-494.
- Murelaga, X., X. Pereda Suberbiola, F. de Lapparent de Broin, J.C. Rage, S. Duffaud, H. Astibia, A. Badiola. 2002. Amphibian and reptiles from the Early Miocene of the Bardenas Reales of Navarre (Ebro Basin, Iberian Peninsula). Geobios 35: 347-365.
- Nakatsukasa, M., M. Takai, T. Setoguchi. 1997. Functional morphology of the postcranium and locomotor behavior of *Neosaimiri fieldsi*, a *Saimiri*-like Middle Miocene Platyrrhine. American Journal of Physical Anthropology 102: 515-544.
- Nogué, S., V. Rull, E. Montoya, O. Hubber, T. Vegas-Vilarrúbia. 2009. Paleocology of the Guayana Highlands (northern South America): Holocene pollen record from the Eruoda-tepui, in the Chimantá massif. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 281: 165-173.
- Nutall, C.P. 1990. A review of the Tertiary non-marine molluscan faunas of the Pebasian and other inland basins of northwestern South America. Bulletin of the British Museum of Natural History, Geology 45: 165-371.
- Ochoa, D., C. Hoorn, C. Jaramillo, G. Bayona, M. Parra, F. De la Parra. 2012. The final phase of tropical lowland conditions in the axial zone of the Eastern Cordillera of Colombia: evidence from three palynological records. Journal of South American Earth Sciences 39: 157-169.
- Oliva, C., A.E. Zurita, A. Dondas, G.J. Scillato-yané. 2010. Los Glyptodontidae (Xenarthra, Glyptodontidae) del Piso/Edad Chapadmalalense (Plioceno tardío): revision y aportes al conocimiento. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 27 (1): 112-120.
- Opazo J.C., D.E. Wildman, T. Prychitko, R.M. Johnson, M. Goodman. 2006. Phylogenetic relationships and divergence times among New World monkey (Platyrrhini, Primates). Molecular Phylogenetics and Evolution 40: 274-280.
- Pardo-Trujillo, A., C. Jaramillo, F. Obohikuenobe. 2003. Paleogene palynostratigraphy of the eastern Middle Magdalena Valley, Colombia. Palynology 27: 155-178.
- Parra, M., A. Mora, C. Jaramillo, M.R. Strecker, E.R. Sobel, L. Quiroz, M. Rueda, V. Torres. 2009. Orogenic wedge advance in the northern Andes: Evidence from the Oligocene-Miocene sedimentary record of the Medina Basin, Eastern Cordillera, Colombia. Geological Society of America Bulletin 121: 780-800.
- Parra-Sánchez, L.N. 2016. *Litoestratigrafía del Neógeno de La Tatacoa, Huila, Colombia*. Informe Año Sabático, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 41p. Informe técnico, 1 agosto 2016.
- Parra-Sánchez, L.N., S.A. Restrepo-Moreno. 2014. El Mioceno del Desierto de La Tatacoa. Primer Simposio Colombiano de Zoopaleontología en: IV Congreso Colombiano de Zoología, 1 al 5 diciembre 2014, Cartagena D.T. y C., Colombia.

- Parra-Sánchez, L.N., S.A. Restrepo-Moreno, D.A. Foster, G.D. Kamenov, A.A. Barbosa-Espitia. 2015. Revisiting stratigraphy, geochronology and paleogeography at La Venta Formation, Tatacoa Desert, Colombia. 2015 GSA Annual Meeting in Baltimore, 1 al 4 noviembre 2015, Maryland, USA. Geological Society of America Abstract with Programs 47 (7): 803.
- Patterson, B. 1934. Upper premolar-molar structure in the Notoungulata with notes on taxonomy. Field Museum of Natural History VI (332): 91-111.
- Perales, R., H. Serrano, B.A. García Yelo, M. Hernández Fernández. 2009. Inferencias paleoambientales del Mioceno medio de Somosaguas (Pazuelo de Alarcón, Madrid) basadas en la estructura de tamaños corporales de su fauna de mamíferos. Paleolusitana (1): 317-325.
- Perez, S.I., M.F. Tejedor, N.M. Novo, L. Aristide. 2013. Divergence times and the evolutionary radiation of New World monkeys (Platyrrhini, Primates): an analysis of fossil and molecular data. PLOS ONE 8 (6): 1-16.
- Peters, R.H. 1983. *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge University Press, Cambridge, 329p.
- Presch, W. 1973. A review of the tegus, Lizard genus *Tupinambis* (Sauria: Teiidae) from South America. American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH) (4): 740-746.
- Pujos, F., R. Salas. 2004. A new species of *Megatherium* (Mammalia: Xenarthra: Megatheriidae) from the Pleistocene of Sacaco and Tres Ventanas, Peru. Palaeontology 47 (3): 579-604.
- Raine, J.I., D.C. Mildenhall, E.M. Kennedy. 2011. New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue. 4th edition, GNS Science miscellaneous, Series No. 4.
- Reguant, S., R. Ortiz. 2001. Guía Estratigráfica Internacional: version abreviada. Revista de la Sociedad Geológica de España 14 (3-4): 271-293.
- Rinderknecht, A., E. Bostelmann T., M. Ubilla. 2011. New genus of giant Dinomyidae (Rodentia: Hystricognathi: Caviomorpha) from the late Miocene of Uruguay. Journal of Mammalogy 92 (1): 169-178.
- Rivera-Sylva, H.E., E. Frey, J.R. Guzmán-Gutiérrez, F. Palomino-Sánchez, W. Stinnesbeck. 2011. A *Deinosuchus riograndensis* (Eusuchia: Alligatoridae) from Coahuila, North Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 28 (2): 267-274.
- Rodríguez, G. 1997. Trichodactylid crabs. Pp: 63-66 en: R.F. Kay, R.H. Madden, R.L. Cifelli, J.J. Flynn (eds.), *Vertebrate Paleontology in the Neotropics: the vertebrate fauna of La Venta, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Rodríguez, J. 1999. Use of cenograms in mammalian palaeoecology: a critical review. Lethaia 32: 331-347.
- Rose, K.D. 2006. *The Beginning of the Age of Mammals*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA, 428p.
- Rosenberger, A.L. 1984. Fossil New World monkeys dispute the molecular clock. Journal of Human Evolution 13: 737-742.
- Rosenberger, A.L. 1992. Evolution of feedings niches in New World monkeys. American Journal of Physical Anthropology 88: 525-562.
- Rosenberger, A.L. 2002. Platyrrhine paleontology and systematics: The paradigm shifts. Pp.151-159 en: W.C. Hartwig (ed.), *The Primate Fossil Record*. Cambridge: Cambridge University Press. USA.
- Rosenberger, A.L., W.C. Kinzey. 1976. Functional patterns of molar occlusion in Platyrrhine Primates. American Journal of Physical Anthropology 45: 281-298.
- Rosenberger, A.L., L.J. Matthews. 2008. *Oreonax* not a genus. Neotropical Primates 15 (1): 8-12.
- Rosenberger, A.L., Setoguchi, T., Shigehara, N. 1990. The fossil record of callitrichine primates. Journal of Human Evolution 19: 209-236.
- Rosenberger, A.L., W.C. Hartwig, M. Takai, T. Setoguchi, N. Shigehara. 1991a. Dental variability in *Saimiri* and the taxonomic status of *Neosaimiri fieldsi*, an early squirrel monkey from Colombia, South America. International Journal of Primatology 12: 291-301.
- Rosenberger, A.L., T. Setoguchi, W.C. Hartwig. 1991b. *Laventiana annectens*, new genus and species: fossil evidence for the origin of callitrichine monkeys. Proceedings of the National Academy of Sciences 88: 2137-2140.

- Rosenberger, A. L., M.F. Tejedor, S. Cooke, S. And Pekar. 2009. Platyrrhine ecophylogenetics in Space and Time. Pp. 69-113 en: P. Garber, A. Estrada, J. Bicca-Marquez, K. Strier (eds.), *South American Primates: testing new theories in the study of primate behavior, ecology, and conservation*. Developments in Primatology, Progress and Prospects, Series Editor Russell H. Tuttle, Springer Press.
- Rosenberger, A.L., S.B. Cooke, R. Rimoli, X. Ni, K. Cardoso. 2010. First skull of *Antillothrix bernensis*, an extinct relict monkey from the Dominican Republic. Published online.
- Royo y Gómez, J. 1941. Datos para la geología económica del departamento del Huila. Boletín de Minas y Petróleo, Bogotá 15: 121-205.
- Royo y Gómez, J. 1942a. Contribución al conocimiento de la geología del Valle Superior del Magdalena (departamento del Huila). Ministerio de Minas y Petróleos Servicio Técnico, Bogotá, Colombia, 115p, + 4 mapas, + 7 perfiles. Informe técnico, 26 marzo 1942.
- Royo y Gómez, J. 1942b. Contribución al conocimiento de la geología del Valle Superior del Magdalena (departamento del Huila). Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia 5: 261-326.
- Royo y Gómez, J. 1945. Los vertebrados del Terciario continental colombiano. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Bogotá, Colombia, 31p + 10 mapas. Informe Técnico, 15 noviembre 1975.
- Royo y Gómez, J. 1946. Los vertebrados del Terciario continental colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 6: 496-512.
- Salas, R., T. De Vries, M. Urbina, A. García, F. Pujos, M. Aguirre. 2004. Los vertebrados de los humedales pleistocénicos de Aguada de Lomas y Sacaco (Arequipa, Perú): interpretaciones paleoecológicas. XII Congreso Peruano de Geología, Resúmenes Extendidos, Sociedad Geológica del Perú, Pp: 529-532.
- Salas, R., F. Pujos, C. de Muizon. 2005. Ossified meniscus and cyamo-fabella in some fossil sloths: a morpho-functional interpretation. Geobios 38: 389-394.
- Salazar Jaramillo, S., A. Ochoa, A. Cadena, J. Guerrero. 2017. Geoquímica y climofunciones aplicadas a paleosuelos del Mioceno medio en el Desierto de La Tatacoa. *Memorias XVI Congreso Colombiano de Geología: III Simposio de Exploradores*, Santa Marta, Colombia, 28 septiembre de 2017, P: 1455-1456.
- Salgado Labouriau, M.L. 1976. Contribuição à Palinología dos Cerrados. Editor Academia Brasileira de Ciências, 255p.
- Sánchez, C., J. Salazar, G. Bonilla. 2017. Estudio de las unidades pedogenéticas del Mioceno medio en el Desierto de La Tatacoa. *Memorias XVI Congreso Colombiano de Geología: III Simposio de Exploradores*, Santa Marta, Colombia, 28 septiembre de 2017, P: 1464-1470.
- Savage, D.E. 1951. Report on fossil vertebrates from the Upper Magdalena Valley, Colombia. Science 114 (2955): 186-187.
- Savage, D.E. 1951. A Miocene phyllostomatid bat from Colombia, South America. University of California Publications in Geological Science 28: 357-366.
- Schönfeld, G. 1947. Holzer gus dem Tertiär Kolumbien. Abhandlungen Senckenbergische Naturforschung Gesellschaft 475: 1-53.
- Schrago, C.G. 2007. On the time scale of New World Primate diversification. American Journal of Physical Anthropology 132: 344-354.
- Setoguchi, T. 1980. Discovery of a fossil primate from the Miocene of Colombia. Monkey 24: 64-69.
- Setoguchi, T. 1985. *Kondous laventicus*, a new ceboid primate from the Miocene of the La Venta, Colombia, South America. Folia Primatologica 44: 96-101.
- Setoguchi, T., A. Cadena. 1984. Relación entre la morfología y la función de la dentadura en el linaje *Stirtonia - Alouatta* (Ceboidae). Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 4: 11-20.
- Setoguchi, T., A.L. Rosenberger. 1985a. Miocene Marmosets: first fossil evidence. International Journal of Primatology 6 (6): 615-625.
- Setoguchi, T., A.L. Rosenberger. 1985b. Some new ceboid primates from the La Venta, Colombia, South America. *Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología* 1: 187-198.
- Setoguchi, T., A.L. Rosenberger. 1987. A fossil owl monkey from La Venta, Colombia. Nature 326: 692-694.

- Setoguchi T., T. Watanabe, T. Mouri. 1981. The upper dentition of *Stirtonia* (Ceboidea, Primates) from the Miocene of Colombia, South America, and the origin of the postero-internal cusps of upper molars of howler monkeys (*Alouatta*). Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 3: 51-60.
- Setoguchi, T., N. Shigehara, A. Cadena. 1985. *Kondous* un Nuevo primate ceboide de el Mioceno de La Venta, Colombia. Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 5: 1-6.
- Setoguchi, T., M. Takai, A.C. Villarroel, N. Shigehara, A.L. Rosenberger. 1988. New specimen of *Cebupithecia* from La Venta, Miocene of Colombia, South America. Kyoto University Special Publications 7-9.
- Setoguchi, T., M. Takai, N. Shigehara. 1990. A new ceboid primate, closely related to *Neosaimiri*, found in the Upper Red Bed in the La Venta Badlands, middle Miocene of Colombia, South America. Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 7: 9-14.
- Simpson, G.G. 1943. Mammals and the nature of continents. American Journal of Science 241: 1-31.
- Simpson, G.G. 1960. Notes on the measurement of faunal resemblance. American Journal of Science 258: 300-311.
- Stehln, H.G. 1939. Ein Nager aus dem Miocaen von Columbien. Eclogae Geologicae Helvetiae 32: 179-183.
- Stille, H. 1907. Geologische studien im gebiete des Rio Magdalena. Festschrift Adolf v. Koenen, Stuttgart, Pp: 277-358.
- Stirton, R.A. 1947a. The first lower Oligocene vertebrate fauna from Northern South America. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia 7: 325-341.
- Stirton, R.A. 1947b. A rodent and a peccary from the Cenozoic of Colombia. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia 7: 317-324.
- Stirton R.A. 1951. Ceboid monkeys from the Miocene of Colombia. Bulletin University of California Publications in Geological Science 28: 315-335.
- Stirton, R.A. 1953a. A new genus of interatheres from the Miocene of Colombia. Bulletin University of California Publications in Geological Science 29: 265-348.
- Stirton, R.A. 1953b. Vertebrate paleontology and continental stratigraphy in Colombia. Bulletin of the Geological Society of America 64: 603-622.
- Stirton, R.A., D.E. Savage. 1951. A new monkey from the La Venta Miocene of Colombia. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia 8: 347-356.
- Straehl, F., M. Chassagne, A.A. Carlini. 2012. La diversidad e historia evolutiva de las perezas, cachicamos y sus parientes. Pp: 283-300 en: M.R. Sánchez-Villagra (ed.), *Venezuela Paleontológica: evolución de la biodiversidad en el pasado geológico*. Printwork Art GmbH, St. Gallen, Universität Zürich UZH, Suiza.
- Takai, M. 1994. New specimens of *Neosaimiri fieldsi* from La Venta, Colombia: a middle Miocene ancestor of the living squirrel monkeys. Journal of Human Evolution 27: 329-360.
- Takai, M., T. Setoguchi. 1990. Geology and localities on monkey fossils in the La Venta Badlands, Colombia, South America. Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 7: 1-7.
- Takai, M., T. Setoguchi, C. Villarroel, A. Cadena, N. Shigehara. 1991. A new Miocene Molossid bat from La Venta, Colombia, South America. Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology & Mineralogy LVI (1-2): 1-9.
- Takai, M., K. Takemura, A. Takemura, C. Villarroel, A. Hayashida, T. Danhara, T. Ohno, R. Franco N., T. Setoguchi, y. Nogami. 1992. Geology of La Venta, Colombia, South America. Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute 8: 1-17.
- Takai, M., F. Anaya, N. Shigehara, T. Setoguchi. 2000. New fossil materials of the earliest New World monkey, *Branisella boliviana*, and the problem of Platyrrhine origins. American Journal of Physical Anthropology 111: 263-281.
- Takai, M., F. Anaya, H. Suzuki, N. Shigehara, T. Setoguchi. 2001. A new platyrrhine from the Middle

- Miocene of La Venta, Colombia, and the phyletic position of Callicebinae. *Anthropological Sciences* 109 (4): 289-307.
- Takai, M., FT. Nishimura, N. Shigehara, T. Setoguchi. 2009. Meaning of the canine sexual dimorphism if fossil owl monkey, *Aotus dindensis* from the Middle Miocene of La Venta, Colombia. *Comparative Dental Morphology* 13: 55-59.
- Takemura, K. 1983. Geology of the east side hills of the rio Magdalena from Neiva to Villavieja, Colombia. *Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute* 19-28.
- Takemura, K. 1985. Sedimentary environments of the Upper Part of Honda Group in La Venta Area, Huila, Colombia. *Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute* 5: 25-30.
- Takemura, K., T. Danhara. 1983. Fission-Track age of pumice included in the Gigante Formation, North of Neiva, Colombia. *Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute* 3: 13-15.
- Takemura, K., T. Danhara. 1985. Fission-Track dating of the Upper part of Miocene Honda Group in La Venta Badlands, Colombia. *Kyoto University Overseas Research, Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute* 5: 31-38.
- Takemura, K., M., Takai, T. Danhara, T. Setoguchi. 1992. Fission-Track ages of the Villavieja Formation of the Miocene Honda Group in La Venta, Department of Huila, Colombia. *Kyoto University Overseas, Research Reports of New World Monkeys, Kyoto University Primate Research Institute* 8: 19-27.
- Tejedor, M.F. 1998. Origen y evolución de los platyrrhini (Primates, Anthroproidea), con especial referencia a los registros de Argentina. *Estudios Geológicos* 54: 249-271.
- Tejedor, M.F. 2001. *Aotus* y los Atelinae: nuevas evidencias en la sistemática de los primates platirrininos. *Mastozoología Neotropical* 8 (1): 41-57.
- Tejedor, M.F. 2005. New fossil platyrrhine from Argentina. *Folia Primatologica* 76 (3): 146-150.
- Tejedor, M.F. 2008. The origin and evolution of Neotropical Primates. *Arquivos do Museu Nacional* 66 (1): 251-269.
- Tejedor, M.F. 2013. Sistemática, evolución y paleobiografía de los primates Platyrrhini. *Revista del Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Sección Zoología*, 20 (176): 20-39.
- Tejedor, M.F., N.J. Czaplewski, F.J. Goin, E. Aragón. 2005. The oldest record of South American bats. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25 (4): 990-993.
- Tejedor, M.F., A.L. Rosenberger. 2008. A neotype for *Homunculus patagonicus* Ameghino, 1891, and a new interpretation of the taxon. *PaleoAnthropology* 68-82.
- Tejedor, M.F., Y. Muñoz-Saba. 2013. La sistemática de los platirrininos y el registro fósil. Pp: 68-87 en: T.R. Defler, P.R. Stevenson, M.L. Bueno, D.C. Guzmán (eds.), *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*. Asociación Primatológica Colombiana (APA), Pacific Rubiales Energy, Conservation International, Margot Marsh Biodiversity Foundation, Bogotá D.C., Colombia, 348p.
- Tejedor, M.F., A.A. Tauber, A.L. Rosenberger, C.C. Swisher III, M.E. Palacios. 2006. New primate genus from the Miocene of Argentina. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 103: 5437-5441.
- Tejedor, M.F., A.L. Rosenberger, C. Cartelle. 2008. Nueva especie de *Alouatta* (Primates, Atelinae) del Pleistoceno Tardío de Bahía, Brasil. *Ameghiniana* 45 (1): 247-251.
- Tejedor, M.F., F.J. Goin, J.N. Gelfo, G. López, M. Bond, A.A. carlini, G.J. Scillato-Yané, M.O. Woodburne, L. Chornogubsky, E. Aragón, M.A. Reguero, N.J. Czaplewsky, S. Vincon, G.M. Martin, M.R. Ciancio. 2009. New early Eocene mammalian fauna from Western Patagonia, Argentina. *American Museum Novitates* (3638): 43p.
- Traverse, A. 1988. *Paleopalynology*. Boston, London, Sydney, Wellington: Unwin Hyman, 600p.
- Travouillon, K.J., S. Legendre. 2009. Using cenograms to investigate gaps in mammalian body mass distributions in Australia mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 272: 69-84.
- Urrego, L.E., G. Bernal, J. Polanía. 2009. Comparison of pollen distribution patterns in surface sediments of a Colombian Caribbean mangrove with geomorphology and vegetation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 156: 358-375.

- Urrego, L.E., C. González, G. Urán, J. Polanía. 2010. Modern pollen rain in mangroves from San Andres Island, Colombian Caribbean. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 168-182.
- Vallejo-Pareja, M.C., J.D. Carrillo, J.W. Morano-Bernal, M. Pardo-Jaramillo, D.F. Rodríguez-González, J. Muñoz-Durán. 2015. *Hilarcotherium castanedaii*, gen. et sp. nov., a new Miocene astrapothere (Mammalia, Astrapotheriidae) from the Upper Magdalena Valley, Colombia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, P: 1-8, DOI: 10.1080/02724634.2014.903960.
- Van der Wiel, M. 1991. Uplift and volcanism of the Colombian Andes in relation to Neogene sedimentation in the Upper Magdalena Valley. Thesis Ph.D., 208p.
- Van der Wiel, M., G.D. Van der Bergh. 1992. Uplift, subsidence, and volcanism in the southern Neiva Basin, Colombia, Part 1: Influence on fluvial deposition in the Miocene Honda Formation. *Journal of South American Earth Sciences* 5 (2): 153-173.
- Van der Wiel, M., G.D. Van der Bergh, E.H. Hebeda. 1992. Uplift, subsidence, and volcanism in the southern Neiva Basin, Colombia, Part 2: Influence on fluvial deposition in the Miocene Gigante Formation. *Journal of South American Earth Sciences* 5 (2): 175-196.
- Van Houten, F.B., R.B. Travis. 1968. Cenozoic Deposits Upper Magdalena Valley, Colombia. *American Association of Petroleum Geologists* 52: 675-702.
- Vavrek, M.J. 2011. Fossil: palaeocological and palaeogeographical analysis tools. *Palaeontologia Electronica* 14 (1): 1-16.
- Villarroel A., C. 1983. Descripción de *Asterostemma ? acostae*, nueva especie de propalaehoplophorino (Glyptodontidae, Mammalia) del Mioceno de La Venta, Colombia. *Geología Norandina* (7): 29-34.
- Villarroel A., C. 1997. La estructura de la dentición caduca de *Huilatherium pluripicatum*, Leontiniidae (Notoungulata) del Mioceno de Colombia. *Geología Colombiana* (22): 139-149.
- Villarroel A., C. 1998. Los Nothrotheriinae (Megatheriidae, Gravigrada) del Mioceno de La Venta (Colombia). Descripción de *Huilabradys magdaleniensis*, nuevo género y especie. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales XXII* (85): 497-506.
- Villarroel A., C. 2000. Un nuevo Mylodontinae (Xenarthra, Tardigrada) en la Fauna de La Venta, Mioceno de Colombia: el estado actual de la familia Orophodontidae. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales XXIV* (90): 117-127.
- Villarroel A., C., T. Steoguchi, J. Brieva, C. Macía. 1996. Geology of the La Tatacoa "Desert" (Huila, Colombia): precisions on the stratigraphy of the Honda Group, the evolution of the "Pata High" and the presence of the La Venta fauna. *Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology & Mineralogy LVIII* (1-2): 41-66.
- Vizcaíno, S.F., R.A. Fariña, M.S. Bargo, G. de Iuliis. 2004. Functional and phylogenetic assessment of the masticatory adaptations in Cingulata (Mammalia, Xenarthra). *Ameghiniana* 41 (4): 651-664.
- Vizcaíno, S.F., M.S. Bargo, G.H. Cassini, N. Toledo (eds.). 2016. *Forma y función en Paleobiología de Vertebrados*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), La Plata, Provincia de Buenos Aires, 267p.
- Wellman, S.S. 1970. Stratigraphy and petrology of the nonmarine Honda Group (Miocene), Upper Magdalena Valley, Colombia. *Bulletin of the Geological Society of America*: 81: 2353-2374.
- Wesselingh, F.P., J.A. Salo. 2006. A Miocene perspective on the evolution of the Amazonian biota. *Scripta Geol.* 133: 439-458.
- Wesselingh, F.P., M.E. Räsänen, G. Irion, H.B. Vonhof, R. Kaandorp, W. Renema, L. Romero Pittman, M. Gingras. 2002. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. *Cainozoic Research* 1: 35-81.
- Wheeler, B.C. 2010. Community ecology of the Middle Miocene primates of La Venta, Colombia: the relationship between ecological diversity, divergence time, and phylogenetic richness. *Primates* 51: 131-138.
- Wood, R.C. 1976. Two new species of *Chelus* (Testudines: Pleurodira) from the Late Tertiary of Northern South America. *Breviora: Museum of Comparative Zoology* (435): 1-26.
- Woodburne, M.O. 1977. Definition and characterization in Mammalian chronostratigraphy. *Journal of Paleontology* 51 (2): 220-234.
- Woodburne, M.O. 2010. The Great American biotic interchange: dispersals, tectonics, climate, sea level and holding pens. *Journal of Mammalian Evolution* 17: 245-264.

- Woodburne, M.O., F.J. Goin, M. Bond, A.A. Carlini, J.N. Gelfo, G.M. López, A. Iglesias, A.N. Zimiez. 2014. Paleogene Land Mammal Faunas of South America; a response to Global Climatic Changes and indigenous floral diversity. *Journal of Mammalian Evolution* 21: 1-73.
- Zapata, L. 2006. *Estratigrafía del Grupo Huila en el área de Neiva*. Trabajo de Grado, Departamento de Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 18p.
- Zurita, A.E., A.R. Miño-Boilini, A.A. Carlini, M. Iriondo, M.A. Alcaraz. 2009. Paleontología del Chaco Oriental. Una nueva localidad de mamíferos fósiles pleistocenos en el río Bermejo (Formosa, Argentina). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 26 (2): 277-288.
- Zurita, A.E., A.R. Miño-Boilini, A. Francia, J.E. Arenas-Mosquera. 2012. The Pleistocene Glyptodontidae Gray, 1869 (Xenarthra: Cingulata) of Colombia and some considerations about the South American Glyptodontinae. *Revista Brasileira de Paleontologia* 15 (3): 273-280.

CAPÍTULO VIII

FIGURAS

- Figura 1. Etapas de la cartografía del Grupo La Venta desde 1950 hasta el 2016.
- Figura 2. Litoestratigrafía del Neógeno del Desierto de La Tatacoa, Huila, Colombia, 2016.
- Figura 3. Grupo La Venta, se especifican las formaciones.
- Figura 4. Afloramiento de la Formación San Alfonso, Grupo La Venta.
- Figura 5. Afloramiento de la Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Figura 6. Afloramiento de la Formación Cerbatana, Grupo La Venta.
- Figura 7. Afloramiento de la Formación Villavieja, Grupo La Venta.
- Figura 8. Afloramiento de la Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Figura 9. Limos arcillosos donde se realizaron muestreos de polen fósil. Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Figura 10. Moldes de troncos vegetales enterrados en bancos de arenas, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Figura 11. Proceso de formación de los moldes de troncos vegetales, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Figura 12. Moldes de troncos vegetales, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Figura 13. Xilópalo, Mioceno inferior, Grupo Honda.
- Figura 14. Empalizada de moldes de troncos vegetales, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Figura 15. Dendrograma de similitud del polen fósil entre las formaciones del Grupo La Venta.
- Figura 16. Dendrograma de similitud entre cada uno de los paleohábitats propuestos y las formaciones del Grupo La Venta.
- Figura 17. Dendrograma de similitud de los taxones de vertebrados fósiles registrados para el Grupo La Venta.
- Figura 18. Paleosuelos, Grupo La Venta.
- Figura 19. Estructuras sedimentarias secundarias.
- Figura 20. Sabana seca con matorral abierto, vegetación actual del paleohábitat de la Formación San Alfonso.
- Figura 21. Vegetación actual de la Formación La Victoria.
- Figura 22. Vegetación actual, bosque de ribera, Río Tomo, departamento del Vichada, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación La Victoria.
- Figura 23. Vegetación actual, representativa del paleohábitat de la Formación Cerbatana.
- Figura 24. Vegetación actual, bosque de ribera, Río Ariari, departamento del Meta, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Cerbatana.
- Figura 25. Matorrales abiertos, vegetación actual de la Formación Villavieja.
- Figura 26. Vegetación actual, Río Bitá, departamento del Vichada, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Villavieja.
- Figura 27. Bosque seco, vegetación actual de la Formación Las Mesitas.
- Figura 28. Vegetación actual, pie de monte llanero, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Las Mesitas.
- Figura 29. Paleogeografía del Grupo La Venta.
- Figura 30. Reconstrucción esquemática del Mioceno medio de la Cuenca de Neiva y el Macizo de Garzón.

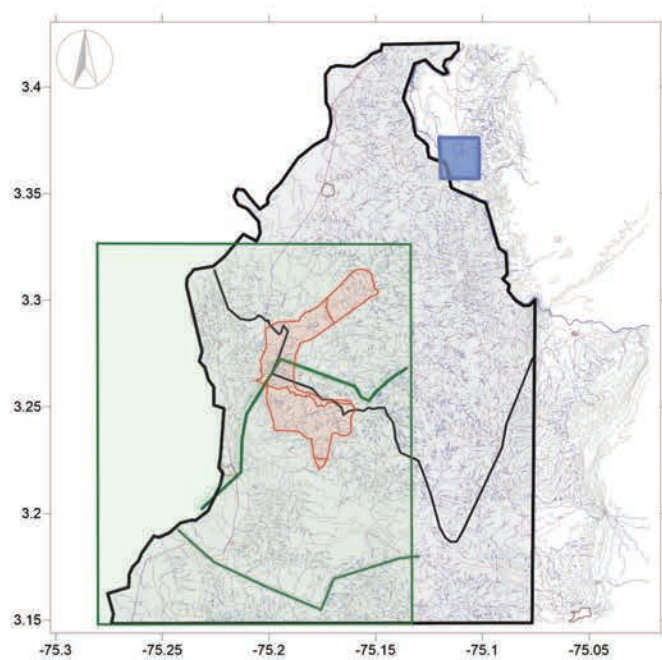
TABLAS

- Tabla 1. Información base (datos crudos) del análisis de polen fósil.
- Tabla 2. Información base (datos crudos) del análisis de vertebrados. Información recolectada en la presente investigación.

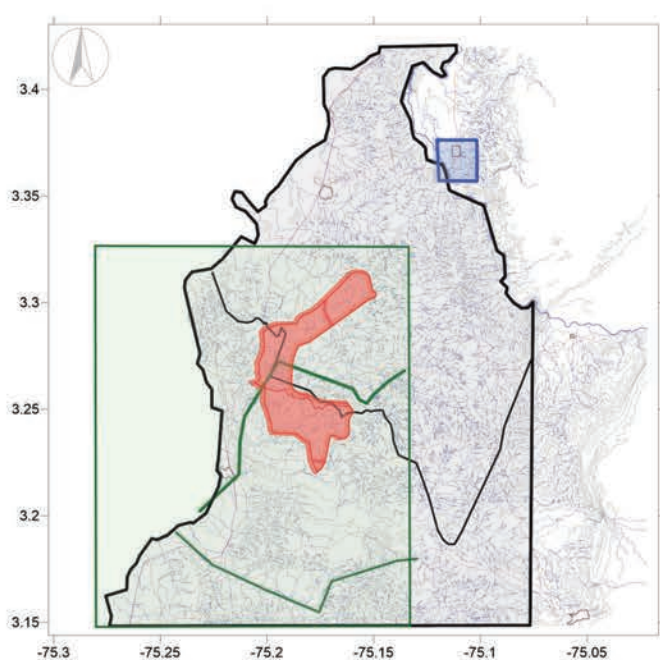
- Tabla 3. Información base (datos crudos) del análisis de vertebrados. Información recopilada a partir de la literatura.
- Tabla 4. Lista de vertebrados fósiles de La Venta registrados en la presente investigación y en literatura.
- Tabla 5. Taxones de polen fósil identificados en las formaciones del Grupo La Venta y coberturas de vegetación actual del Desierto de La Tatacoa, departamento del Huila, Colombia. Datos sobre los cuales se realizó el índice de similitud de Simpson.
- Tabla 6. Índice de similitud de Simpson, teniendo en cuenta el polen fósil, los paleohábitats propuestos y las formaciones del Grupo La Venta.
- Tabla 7. Taxones de paleofauna de vertebrados identificados en las formaciones del Grupo La Venta. Datos sobre los cuales se realizó el índice de similitud de Simpson.
- Tabla 8. Índice de similitud de Simpson, teniendo en cuenta los vertebrados fósiles de las diferentes formaciones del Grupo La Venta.

ANEXOS

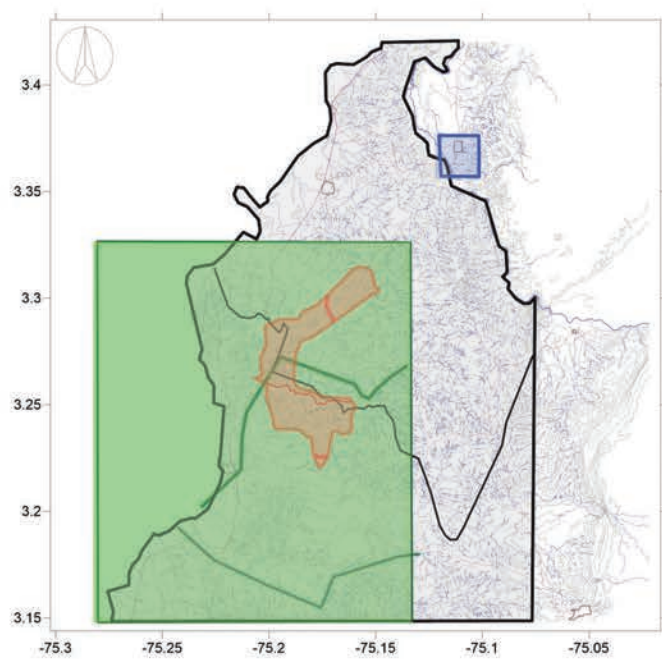
- Anexo 1. Estratigrafía del Grupo Honda.
- Anexo 2. Sección estratigráfica del Grupo La Venta.
- Anexo 3. Ambiente sedimentario. Formación San Alfonso, Grupo La Venta.
- Anexo 4. Ambiente sedimentario. Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Anexo 5. Ambiente sedimentario. Formación Cerbatana, Grupo La Venta.
- Anexo 6. Ambiente sedimentario. Formación Villavieja, Grupo La Venta.
- Anexo 7. Ambiente sedimentario. Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Anexo 8. Polen fósil del Grupo La Venta nominado según su afinidad actual.
- Anexo 9. Atlas del polen fósil de la Formación San Alfonso, Grupo La Venta.
- Anexo 10. Atlas del polen fósil de la Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Anexo 11. Atlas del polen fósil de la Formación Villavieja, Grupo La Venta.
- Anexo 12. Lista de mamíferos fósiles del Grupo La Venta registrados en la presente investigación y en literatura.
- Anexo 13. Atlas de vertebrados fósiles del Grupo La Venta.
- Anexo 14. Atlas de mamíferos fósiles del Grupo La Venta.
- Anexo 15. Primates fósiles del Grupo La Venta.
- Anexo 16. Paleohábitat, Formación San Alfonso, Grupo La Venta.
- Anexo 17. Paleohábitat, Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Anexo 18. Paleohábitat, Formación Cerbatana, Grupo La Venta.
- Anexo 19. Paleohábitat, Formación Villavieja, Grupo La Venta.
- Anexo 20. Paleohábitat, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Anexo 21. Paleoambiente, Formación San Alfonso, Grupo La Venta.
- Anexo 22. Paleoambiente, Formación La Victoria, Grupo La Venta.
- Anexo 23. Paleoambiente, Formación Cerbatana, Grupo La Venta.
- Anexo 24. Paleoambiente, Formación Villavieja, Grupo La Venta.
- Anexo 25. Paleoambiente, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.
- Anexo 26. Asociaciones propuestas de los Primates fósiles, Grupo La Venta.
- Anexo 27. Propuesta de la Fauna Laventense.



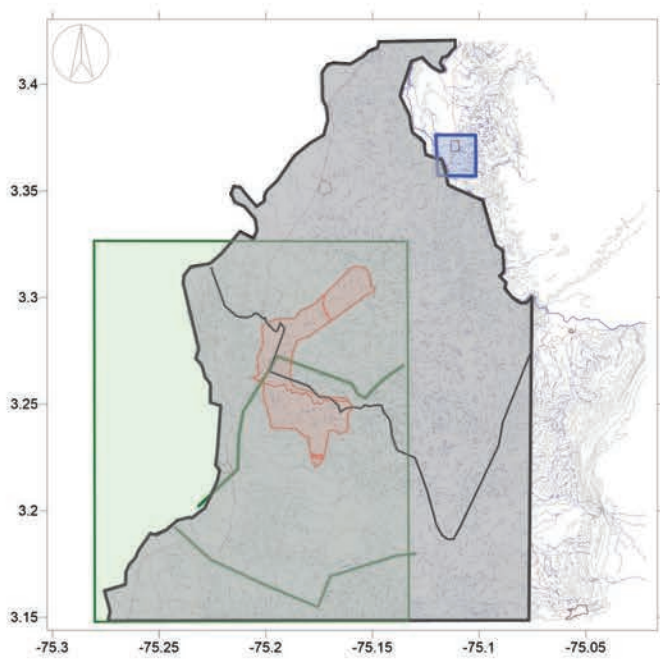
Cartografía de Royo y Gómez (1942 b)



Cartografía de Henao - Londoño (1950), Fields (1959)

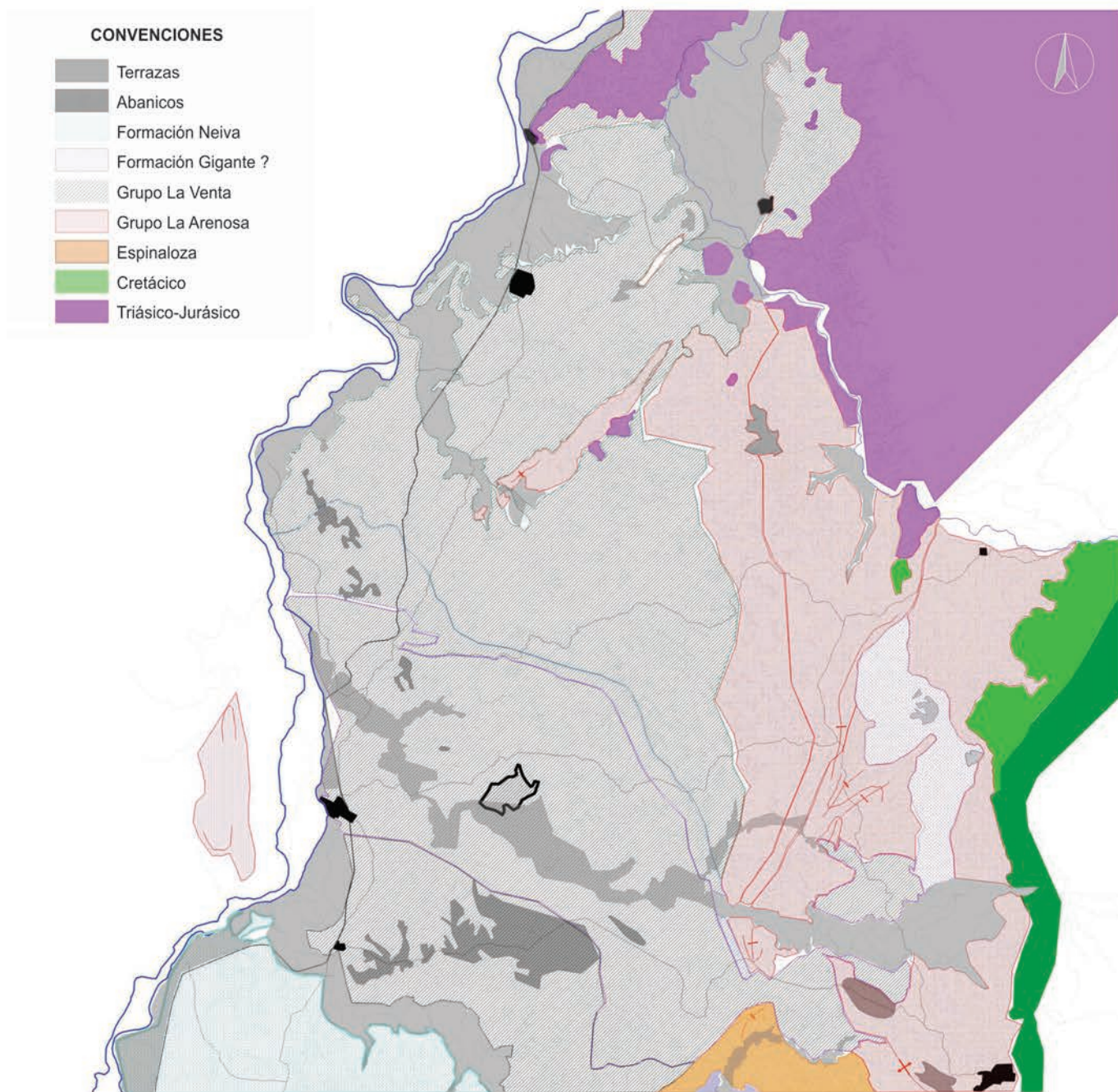


Cartografía de Guerrero (1993,1997)



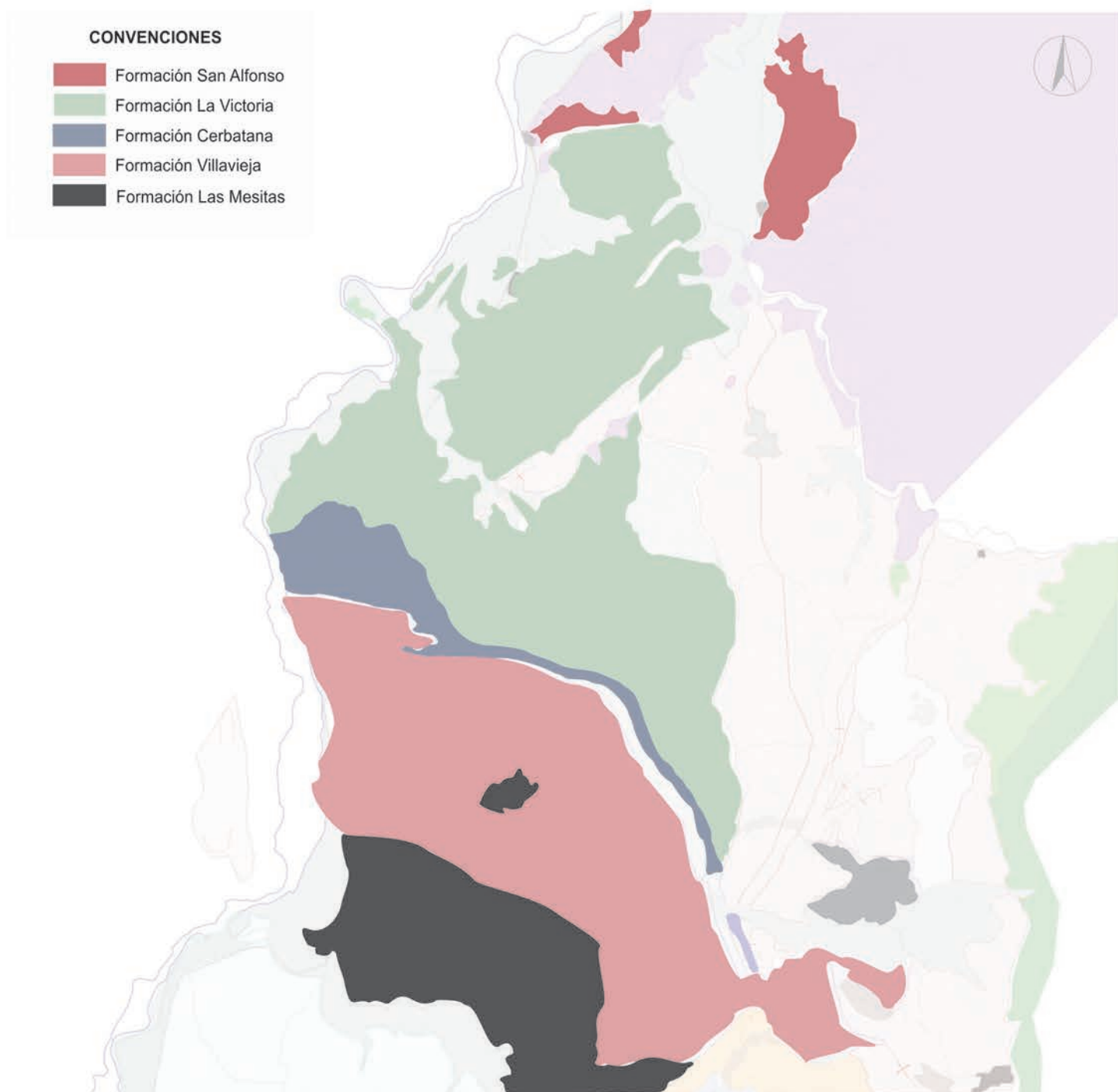
Cartografía de Parra - Sánchez (2016)

Figura 1. Etapas de la cartografía del Grupo La Venta desde 1950 hasta el 2016.



Mapa elaborado por Luis Norberto Parra-Sánchez, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, 2016

Figura 2. Litoestratigrafía del Neógeno del Desierto de la Tatacoa, Huila, Colombia, 2016.



Mapa elaborado por Luis Norberto Parra-Sánchez, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, 2016.

Figura 3. Grupo La Venta, se especifican las formaciones. Edad 13 - 11 Ma (Parra-Sánchez *et al.* 2015).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4. (a) Afloramiento de la Formación San Alfonso, Grupo La Venta. Espesor: línea verde: 10 m, aproximadamente; línea roja: 6 m, aproximadamente (Luis Norberto Parra-Sánchez com. pers. abril 2018). (b) (c) (d) Cantos rodados, gruesos de coloración rosada; se evidencian canales de abanico aluvial.

Fotografías: a. Yaneth Muñoz-Saba. b, c, d. Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)



(c)

Figura 5. Afloramientos de la Formación La Victoria, Grupo La Venta. (a) (b) Areniscas de San Nicolás; (c) Capa de Los Lagos.
Fotografías: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).



(a)



(b)

Figura 6. Afloramiento de la Formación Cerbatana, Grupo La Venta. (a) (b) Cauces fluviales de un sistema entrelazado (Luis Norberto Parra-Sánchez com. pers. abril 2018).

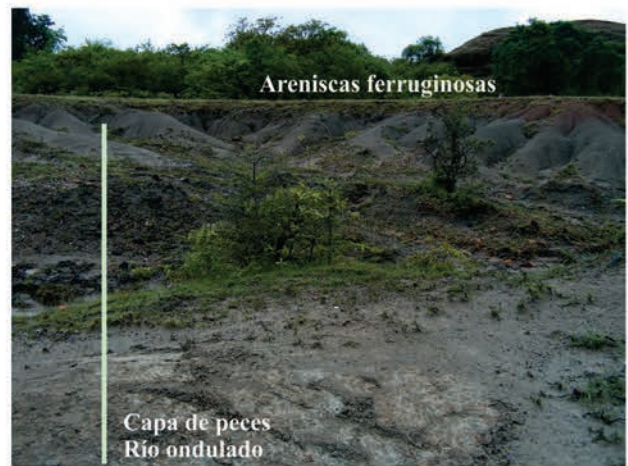
Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Afloramientos de la Formación Villavieja, Grupo La Venta. (a) (b) *Monkey Unit*: limos y arcillas de color gris a rojizo. (c) La Venta *Clays and Sandstones*: arenisca de color gris, *Fish Beds*: arenas de color verde.

Fotografías: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).



Figura 8. Afloramiento de la Formación Las Mesitas, Grupo La Venta. Litología: capas de estructura lenticular; el afloramiento evidencia un subambiente de canal pequeño (Luis Norberto Parra-Sánchez com. pers. abril 2018).

Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



Figura 9. Limos arcillosos donde se realizaron muestreos de polen fósil. Formación La Victoria, Grupo La Venta. Escala del martillo: 30 cm.

Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)



(c)

Figura 10. Molde de troncos vegetales dentro de bancos de arenas. Orientación: W-NW. Longitud: 4 m aproximadamente, el más largo. Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.

Fotógrafo: Yaneth Muñoz Saba.

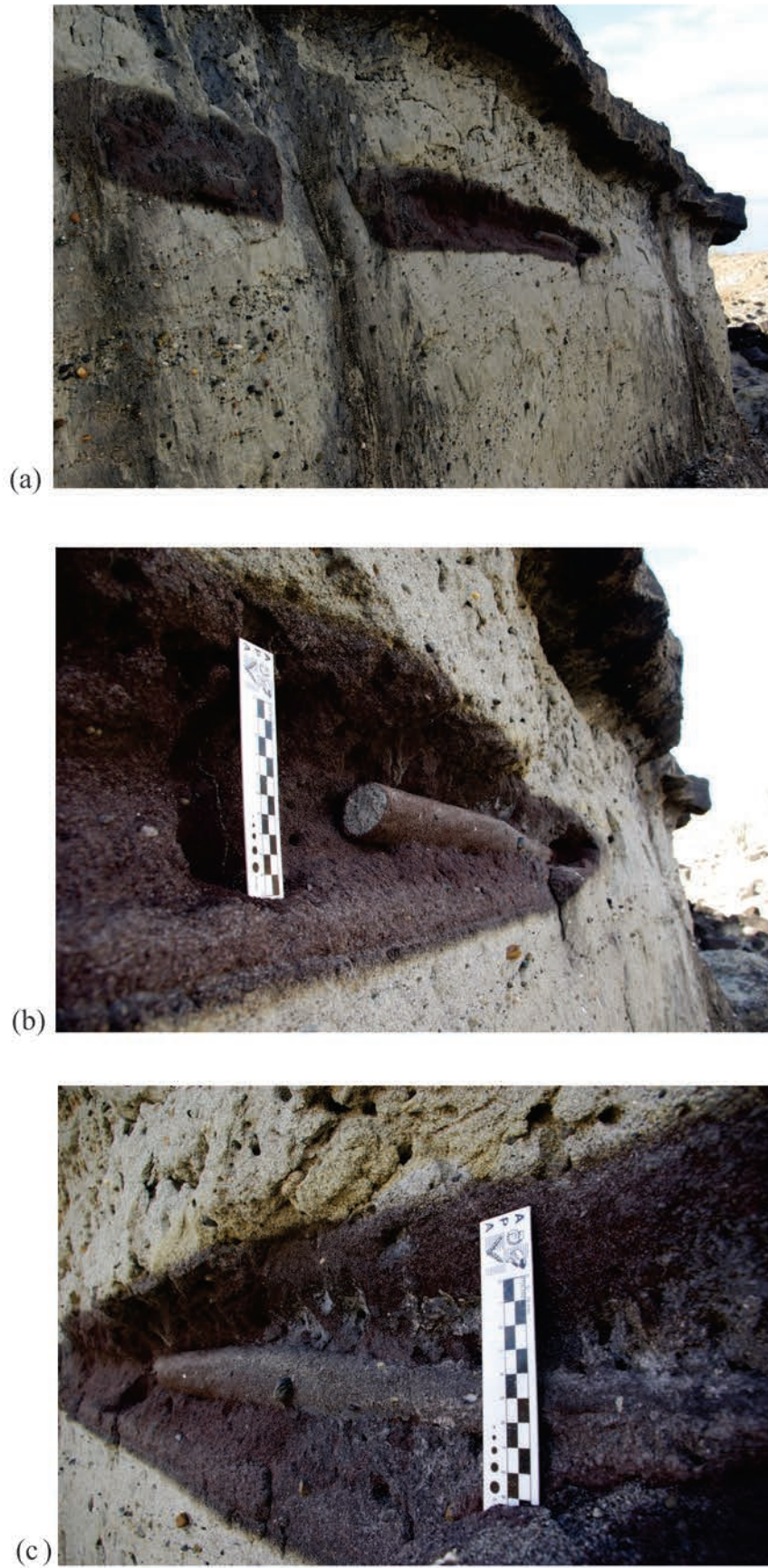


Figura 11. Proceso de formación de los moldes de troncos vegetales. Orientación: W-NW. Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.

Fotógrafo: Yaneth Muñoz-Saba.



(a)



(b)



(c)

Figura 12. Moldes de troncos vegetales, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta. (a) Se diferencia la parte medular (color amarillo ocre); (b) No se diferencia la parte medular; (c) Estructura de madera.

Fotografías: a, b. Yaneth Muñoz-Saba. c. Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)

Figura 13. Xilópalo, Mioceno inferior, Grupo Honda. Escala foto (b), bolígrafo de 15 cm.

Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



Figura 14. Empalizada de moldes de troncos vegetales. Espesor: 4 m. Orientación: W-NW. Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.

Fotógrafo: Yaneth Muñoz-Saba.

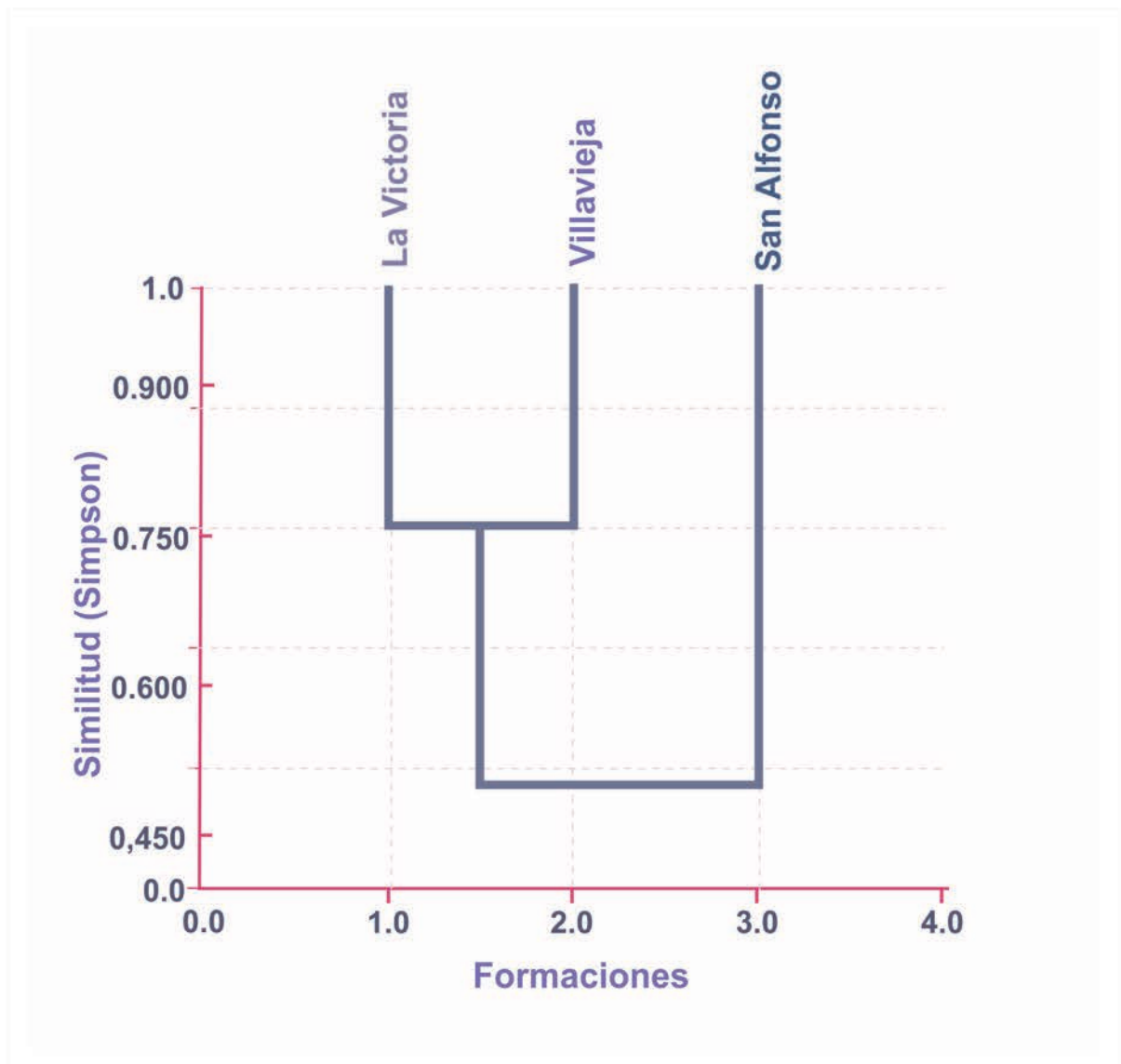
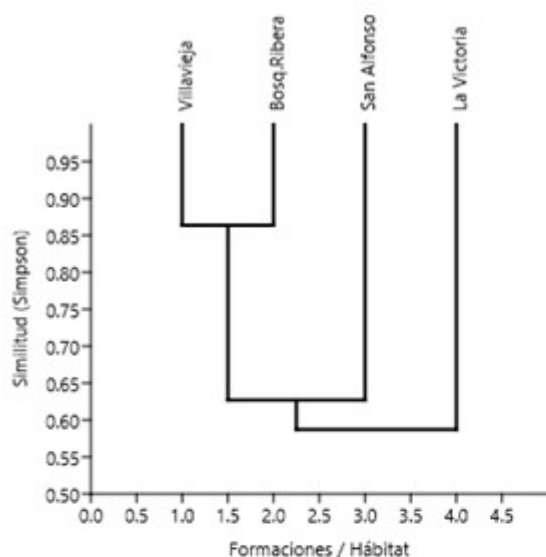
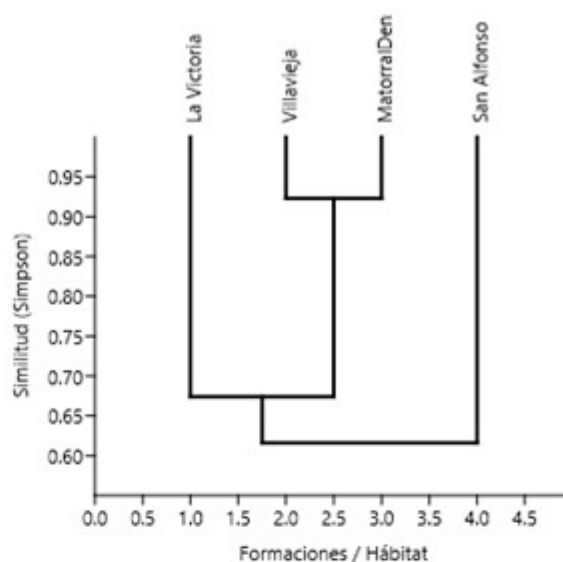


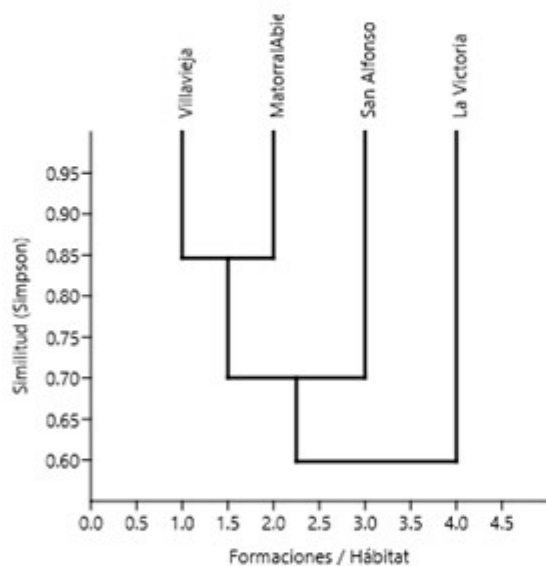
Figura 15. Dendrograma de similitud de polen fósil entre las formaciones del Grupo La Venta. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8322.



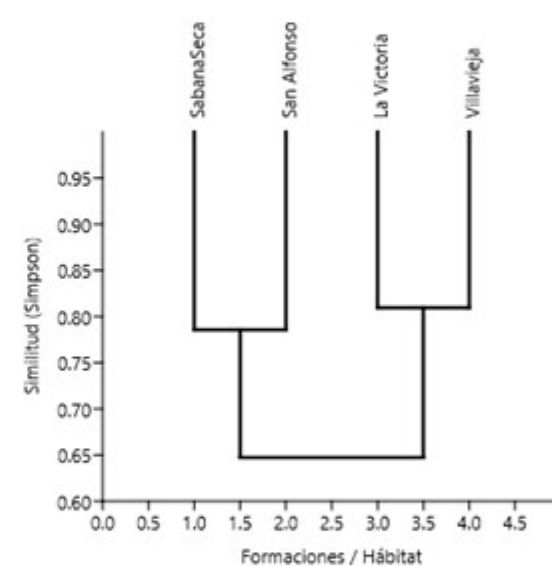
(a)



(b)

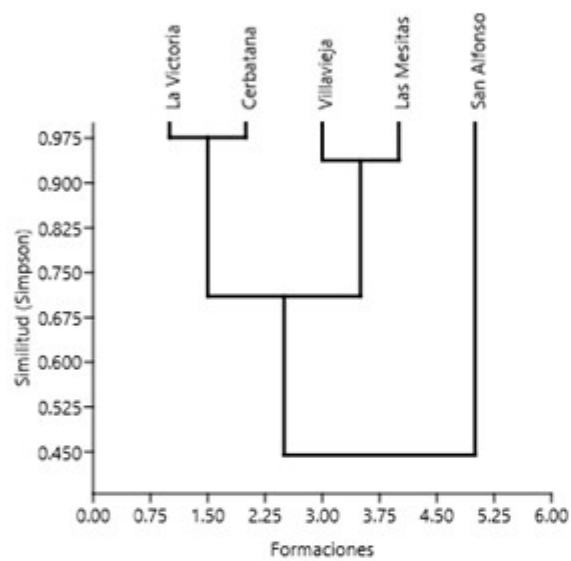


(c)

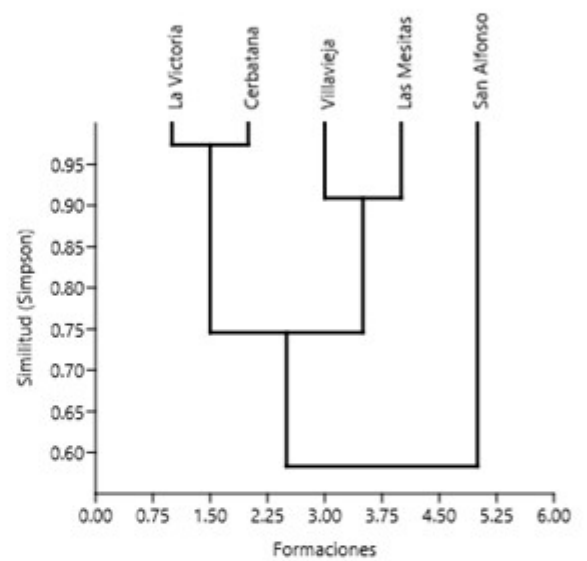


(d)

Figura 16. Dendrograma de similitud entre cada uno de los paleohábitats propuestos y las formaciones del Grupo La Venta. (a) Bosque de ribera, Coeficiente de correlación de Simpson: 0,6235; (b) Matorral denso, Coeficiente de correlación de Simpson: 0,755; (c) Matorral abierto, Coeficiente de correlación de Simpson: 0,6414; (d) Sabana seca, Coeficiente de correlación de Simpson: 0,6397.



(a)



(b)

Figura 17. Dendrograma de similitud de los taxones de vertebrados fósiles registrados para el Grupo La Venta. (a) Vertebrados fósiles. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,8312; (b) Mamíferos fósiles. Coeficiente de correlación de Simpson: 0,7201.



(a)



(b)



(c)

Figura 18. Paleosuelos, Grupo La Venta. Litología: Limolitas. Tipos de suelos: no nomenclados (María Teresa Flórez Molina y Daniel Jaramillo com. pers. abril 2018). (a) Formación San Alfonso; (b) Formación Villavieja; (c) Formación La Victoria.

Fotografías: a. Yaneth Muñoz-Saba. b-c. Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)

Figura 19. Estructuras sedimentarias secundarias. (a) Concreciones *Cannon ball*; (b) Concreciones *Torpedo-shaped*.

Fotografías: a. Yaneth Muñoz-Saba. b. Tomada de Fields (1959).



(a)



(b)



(c)

Figura 20. Sabana seca con matorral abierto, vegetación actual representativa del paleohábitat de la Formación San Alfonso. **Fotografías:** a, b. Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN). c. Luis Norberto Parra-Sánchez.



(a)



(b)

Figura 21. Vegetación actual de la Formación La Victoria. (a) Matorral abierto; (b) Sabana seca.

Fotografías. Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).



Figura 22. Vegetación actual, bosque de ribera, Río Tomo, departamento del Vichada, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación La Victoria.

Fotógrafo: Francisco Castro.



Figura 23. Vegetación actual, representativa del paleohábitat de la Formación Cerbatana: pastizales ralos con algunos arbustos de clima seco y grandes áreas carentes de vegetación.

Fotógrafo: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).



Figura 24. Vegetación actual, bosque de ribera, Río Ariari, departamento del Meta, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Cerbatana.
Fotógrafo: Francisco Castro.



(a)



(b)

Figura 25. Matorrales abiertos, vegetación actual de la Formación Villavieja.
Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



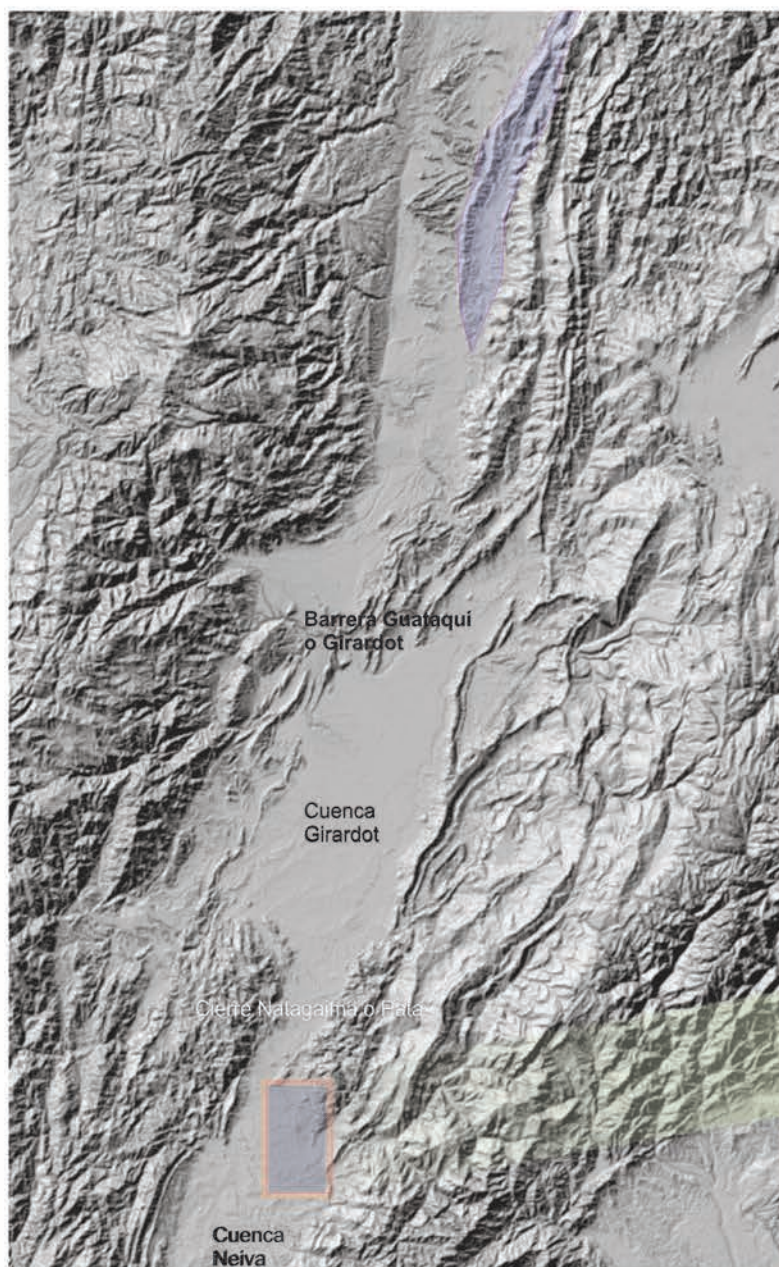
Figura 26. Vegetación actual, Río Bitá, departamento del Vichada, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Villavieja.
Fotógrafo: Francisco Castro.



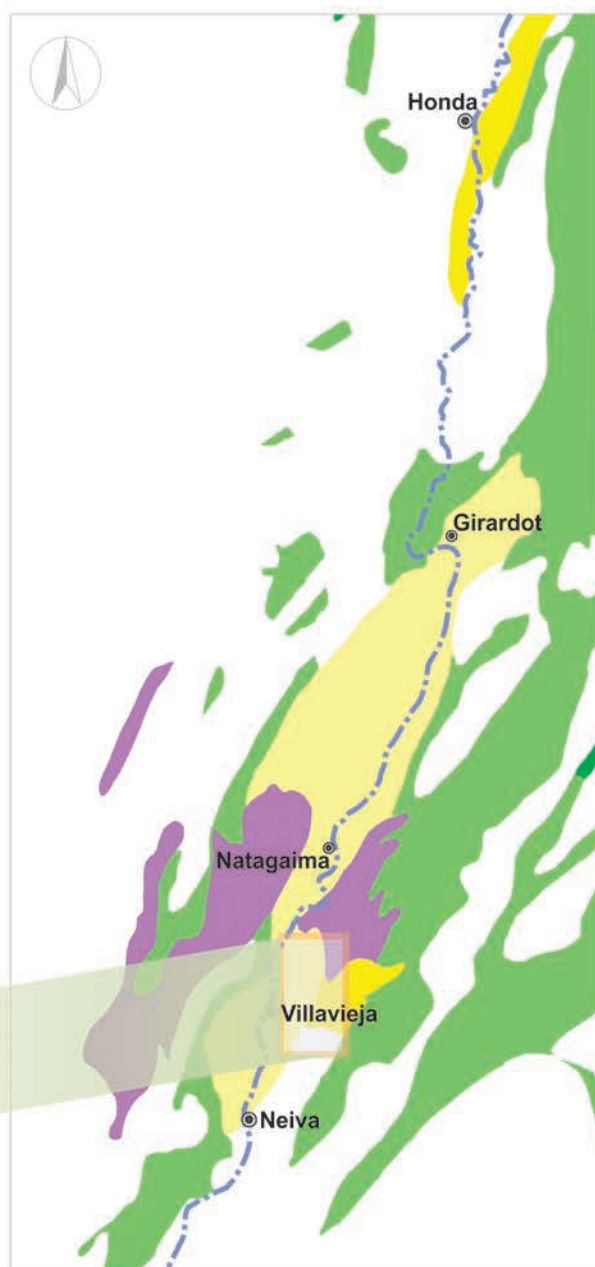
Figura 27. Bosque seco, vegetación actual de la Formación Las Mesitas.
Fotógrafo: Luis Norberto Parra-Sánchez.



Figura 28. Vegetación actual, pie de monte llanero, Colombia; similar al paleohábitat de la Formación Las Mesitas.
Fotógrafo: Francisco Castro.



a. Modelo digital de elevación del terreno.



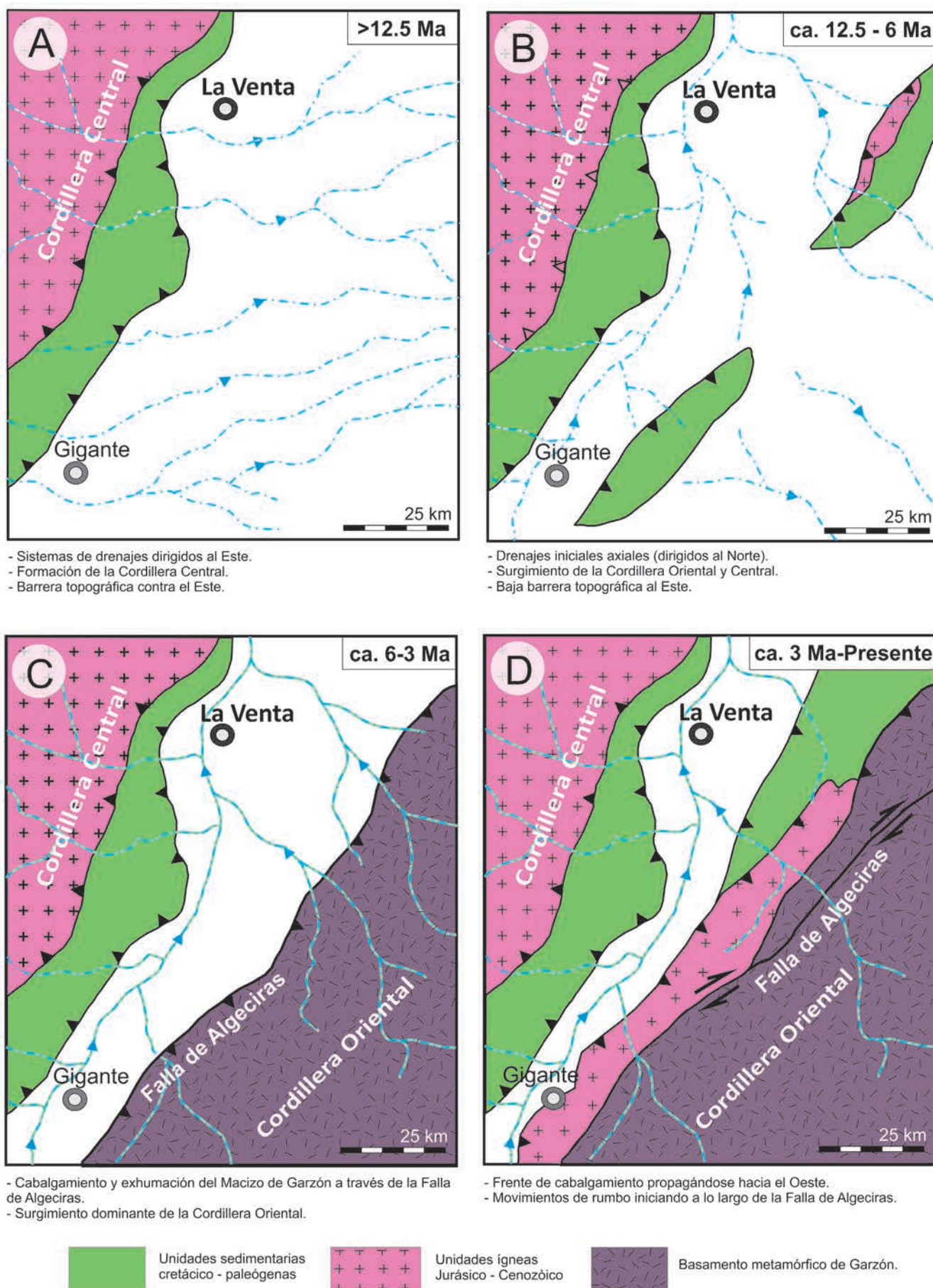
b. Mapa geológico generalizado.

Figura 29. Paleogeografía del Grupo La Venta.

Mapa elaborado por Luis Norberto Parra-Sánchez, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, 2016.

CONVENCIONES

- Mioceno
- Plioceno
- Cretácico
- Triásico - Jurásico



Tomado de Anderson *et al.* 2016, P: 1252, Figura 8.

Figura 30. Reconstrucción esquemática del Mioceno Medio de la Cuenca de Neiva y el Macizo de Garzón.

Tabla 1. Información base (datos crudos) del análisis de polen fósil.

[illegible]

Familia	Taxones	Poten de la vegetación actual				San Alfonso	La Victoria		Polen fósil					Villavieja				Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior
		Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabanas Secas		Arcillas de San Nicolás	VT	Lago	Paleosuelo basal lt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal				
Cyperaceae	Indeterminado				X														
Cyperaceae	Cyperaceae sp1					X													
Cyperaceae	Cyperaceae sp2						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp3						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp4						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp5						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp6						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp7						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp8						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp9						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp10						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp11						X												
Cyperaceae	Cyperaceae sp12								X										
Cyperaceae	Cyperaceae sp13									X									
Cyperaceae	Cyperaceae sp14										X								
Cyperaceae	Cyperaceae sp15											X							
Cyperaceae	Cyperaceae sp16												X						
Cyperaceae	Cyperaceae sp17													X					
Cyperaceae	Cyperaceae sp18														X				
Cyperaceae	Cyperaceae sp19																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp20																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp21																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp22																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp23																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp24																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp25																		
Cyperaceae	Cyperaceae sp26																		
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i>																		
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae sp1						X												
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae sp2																		
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae ind.																		
Erythroxilaceae	Indeterminado																		
Erythroxilaceae	Indeterminado	X	X	X	X														
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp1					X													
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp1																X		
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp2							X											
Euphorbiaceae	<i>Cleistan</i> sp1 cf.																		
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp1 cf.																		
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae sp1																		
Euphorbiaceae	Indeterminado	X	X	X	X														
Fabaceae	Fabaceae sp1					X													
Fabaceae	Fabaceae sp2																		
Fabaceae	Fabaceae sp3																		
Fabaceae	Fabaceae sp4																		
Fabaceae	Hymenophyllaceae sp.																		
Hymenophyllaceae	Indeterminado																		
Hymenophyllaceae	Indeterminado			X	X														
Loranthaceae	<i>Peltacanthus corynocephalus</i> cf.						X												
Loranthaceae	Lycopodiaceae																		
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i> sp1																		
Malpighiaceae	Indeterminado	X		X													X		
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp1							X											
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp2								X										
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp3																X		
Malpighiaceae	Indeterminado	X	X	X	X														
Malvaceae	<i>Guazuma umbellata</i>	X	X	X	X														
Malvaceae	<i>Guazuma umbellata</i> cf. (Sterculiaceae)						X												
Malvaceae	Malvaceae sp1																		
Malvaceae	Indeterminado	X																	
Meliaceae	Meliaceae sp1																		
Meliaceae	Indeterminado																		
Mimosaceae	Indeterminado	X	X	X	X														
Mimosaceae	Mimosaceae sp1																		
Mimosaceae	<i>Ingá</i> sp1																		
Mimosaceae	Indeterminado	X	X																
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.																		
Moraceae	<i>Ficus</i> sp1						X	X									X		
Moraceae	<i>Ficus</i> sp2							X											
Moraceae	<i>Ficus</i> sp3																		
Moraceae	<i>Ficus</i> sp4																X		
Moraceae	<i>Ficus</i> sp5																		
Moraceae	Moraceae sp1							X											
Moraceae	Moraceae sp2							X											

Familia	Taxones	Poten de la vegetación actual				San Alfonso	La Victoria		Poten fósil					Villavieja					Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior
		Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabanas Secas		Arcillas de San Nicolás	VT	Lago	Paleosuelo basal lt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal					
Triete	Triete sp6															X				
Triete	Triete sp7															X				
Triete	Triete sp8															X				
Triete	Triete sp9															X				
Triete	Triete sp10															X				
Triete	Triete sp11															X				
Triete	Triete sp12															X				
Triete	Triete sp13															X				
Triete	Triete sp14															X				
Triete	Triete sp15															X				
Triete	Triete sp16															X				
Triete	Triete sp17															X				
Triete	Triete sp18															X				
Triete	Triete sp19															X				
Triete	Triete sp20															X				
Triete	Triete sp21															X				
Triete	Triete sp22															X				
Triete	Triete sp23															X				
Triete	Triete sp24															X				
Triete	Triete sp25															X				
Triete	Triete sp26															X				
Triete	Triete sp27															X				
Triete	Triete sp28															X				
Triete	Triete sp29															X				
Triete	Triete sp30															X				
Triete	Triete sp31															X				
Triete	Triete sp32															X				
Triete	Triete sp33															X				
Triete	Triete sp34															X				
Triete	Triete sp35															X				
Triete	Triete sp36															X				
Triete	Triete sp37															X				
Triete	Triete sp38															X				
Triete	Triete sp39															X				
Triete	Triete sp40															X				
Triete	Triete sp41															X				
Triete	Triete sp42															X				
Triete	Triete sp43															X				
Triete	Triete sp44															X				
Triete	Triete sp45															X				
Triete	Triete sp46															X				
Triete	Triete sp47															X				
Triete	Triete sp48															X				
Triete	Triete sp49															X				
Triete	Triete sp50															X				
Triete	Triete sp51															X				
Triete	Triete sp52															X				
Triete	Triete sp53															X				
Triete	Triete sp54															X				
Triete	Triete sp55															X				
Triete	Triete sp56															X				
Triete	Triete sp57															X				
Triete	Triete sp58															X				
Triete	Triete sp59															X				
Triete	Triete sp60															X				
Triete	Triete sp61								X							X				
Triete	Triete sp62															X				
Triete	Triete sp63															X				
Triete	Triete sp64															X				
Triete	Triete sp65															X				
Triete	Triete sp66							X								X				
Triete	Triete sp67															X				
Indeterminado	Indeterminado sp1					X														
Indeterminado	Indeterminado sp2					X														
Indeterminado	Indeterminado sp3					X														
Indeterminado	Indeterminado sp4					X														
Indeterminado	Indeterminado sp5					X														
Indeterminado	Indeterminado sp6					X														
Indeterminado	Indeterminado sp7					X														
Indeterminado	Indeterminado sp8					X														
Indeterminado	Indeterminado sp9					X														
Indeterminado	Indeterminado sp10					X														

Familia	Taxones	Poten de la vegetación actual					Poten fósil					Villavieja				
		Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabanas Secas	San Alfonso	La Victoria		Paleosuelo basal bt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal	Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior
							Arcillas de San Nicolás	VT Lago								
Indeterminado	Indeterminado sp85					X										
Indeterminado	Indeterminado sp86					X										
Indeterminado	Indeterminado sp87					X										
Indeterminado	Indeterminado sp88					X										
Indeterminado	Indeterminado sp89					X										
Indeterminado	Indeterminado sp90					X										
Indeterminado	Indeterminado sp91					X										
Indeterminado	Indeterminado sp92					X										
Indeterminado	Indeterminado sp93					X										
Indeterminado	Indeterminado sp94					X										
Indeterminado	Indeterminado sp95					X										
Indeterminado	Indeterminado sp96					X										
Indeterminado	Indeterminado sp97					X										
Indeterminado	Indeterminado sp98								X							
Indeterminado	Indeterminado sp99								X							
Indeterminado	Indeterminado sp100								X							
Indeterminado	Indeterminado sp101								X							
Indeterminado	Indeterminado sp102								X							
Indeterminado	Indeterminado sp103								X							
Indeterminado	Indeterminado sp104								X							
Indeterminado	Indeterminado sp105								X							
Indeterminado	Indeterminado sp106								X							
Indeterminado	Indeterminado sp107								X							
Indeterminado	Indeterminado sp108								X							
Indeterminado	Indeterminado sp109								X							
Indeterminado	Indeterminado sp110								X							
Indeterminado	Indeterminado sp111								X							
Indeterminado	Indeterminado sp112									X						
Indeterminado	Indeterminado sp114									X						
Indeterminado	Indeterminado sp115									X						
Indeterminado	Indeterminado sp116									X						
Indeterminado	Indeterminado sp117									X						
Indeterminado	Indeterminado sp118									X						
Indeterminado	Indeterminado sp119									X						
Indeterminado	Indeterminado sp120									X						
Indeterminado	Indeterminado sp121									X						
Indeterminado	Indeterminado sp122									X						
Indeterminado	Indeterminado sp123									X						
Indeterminado	Indeterminado sp124									X						
Indeterminado	Indeterminado sp125									X						
Indeterminado	Indeterminado sp126									X						
Indeterminado	Indeterminado sp127									X						
Indeterminado	Indeterminado sp128									X						
Indeterminado	Indeterminado sp129									X						
Indeterminado	Indeterminado sp130									X						
Indeterminado	Indeterminado sp131									8	1			X		
Indeterminado	Indeterminado sp132									X						
Indeterminado	Indeterminado sp133									X						
Indeterminado	Indeterminado sp134									X						
Indeterminado	Indeterminado sp135									X						
Indeterminado	Indeterminado sp136									X						
Indeterminado	Indeterminado sp137									X						
Indeterminado	Indeterminado sp138									X						
Indeterminado	Indeterminado sp139									X						
Indeterminado	Indeterminado sp140										X					
Indeterminado	Indeterminado sp141										X					
Indeterminado	Indeterminado sp142										X					
Indeterminado	Indeterminado sp143										X					
Indeterminado	Indeterminado sp144											X				
Indeterminado	Indeterminado sp145											2				
Indeterminado	Indeterminado sp146										X					
Indeterminado	Indeterminado sp147										X					
Indeterminado	Indeterminado sp148										X					
Indeterminado	Indeterminado sp149										X					
Indeterminado	Indeterminado sp150										X					
Indeterminado	Indeterminado sp151										X					
Indeterminado	Indeterminado sp152										X					
Indeterminado	Indeterminado sp153										X					
Indeterminado	Indeterminado sp154										X					
Indeterminado	Indeterminado sp155										X					
Indeterminado	Indeterminado sp156										X					
Indeterminado	Indeterminado sp157						X									
Indeterminado	Indeterminado sp158						X									

Familia	Taxones	Potrer de la vegetación actual				Sábanas Secas	San Alfonso	La Victoria		Potrer fósil						Villavieja			
		Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto				Arzillas de San Nicolás	VT	Lago	Paleosuelo basal bt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal	Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior	
Indeterminado	Indeterminado sp159								X										
Indeterminado	Indeterminado sp160								X										
Indeterminado	Indeterminado sp161								X										
Indeterminado	Indeterminado sp162								X										
Indeterminado	Indeterminado sp163								X										
Indeterminado	Indeterminado sp164								X										
Indeterminado	Indeterminado sp165								X										
Indeterminado	Indeterminado sp166								X										
Indeterminado	Indeterminado sp167								X										
Indeterminado	Indeterminado sp168								X										
Indeterminado	Indeterminado sp169								X										
Indeterminado	Indeterminado sp170								X										
Indeterminado	Indeterminado sp171								X										
Indeterminado	Indeterminado sp172								X										
Indeterminado	Indeterminado sp173								X										
Indeterminado	Indeterminado sp174								X										
Indeterminado	Indeterminado sp175								X										
Indeterminado	Indeterminado sp176								X										
Indeterminado	Indeterminado sp177								X										
Indeterminado	Indeterminado sp178								X										
Indeterminado	Indeterminado sp179								X										
Indeterminado	Indeterminado sp180								X										
Indeterminado	Indeterminado sp181								X										
Indeterminado	Indeterminado sp182								X										
Indeterminado	Indeterminado sp183								X										
Indeterminado	Indeterminado sp184								X										
Indeterminado	Indeterminado sp185								X										
Indeterminado	Indeterminado sp186								X										
Indeterminado	Indeterminado sp187								X										
Indeterminado	Indeterminado sp188								X										
Indeterminado	Indeterminado sp189								X										
Indeterminado	Indeterminado sp190								X										
Indeterminado	Indeterminado sp191													X					
Indeterminado	Indeterminado sp192													X					
Indeterminado	Indeterminado sp193													X					
Indeterminado	Indeterminado sp194													X					
Indeterminado	Indeterminado sp195													X					
Indeterminado	Indeterminado sp196													X					
Indeterminado	Indeterminado sp197													X					
Indeterminado	Indeterminado sp198													X					
Indeterminado	Indeterminado sp199													X					
Indeterminado	Indeterminado sp200													X					
Indeterminado	Indeterminado sp201													X					
Indeterminado	Indeterminado sp202													X					
Indeterminado	Indeterminado sp203													X					
Indeterminado	Indeterminado sp204													X					
Indeterminado	Indeterminado sp205													X					
Indeterminado	Indeterminado sp206													X					
Indeterminado	Indeterminado sp207													X					
Indeterminado	Indeterminado sp208													X					
Indeterminado	Indeterminado sp209													X					
Indeterminado	Indeterminado sp210													X					
Indeterminado	Indeterminado sp211													X					
Indeterminado	Indeterminado sp212													X					
Indeterminado	Indeterminado sp213													X					
Indeterminado	Indeterminado sp214													X					
Indeterminado	Indeterminado sp215													X					
Indeterminado	Indeterminado sp216													X					
Indeterminado	Indeterminado sp217													X					
Indeterminado	Indeterminado sp218													X					
Indeterminado	Indeterminado sp219													X					
Indeterminado	Indeterminado sp220													X					
Indeterminado	Indeterminado sp221													X					
Indeterminado	Indeterminado sp222													X					
Indeterminado	Indeterminado sp223													X					
Indeterminado	Indeterminado sp224													X					
Indeterminado	Indeterminado sp225													X					
Indeterminado	Indeterminado sp226													X	X				
Indeterminado	Indeterminado sp227													X	X				
Indeterminado	Indeterminado sp228													X	X				
Indeterminado	Indeterminado sp229													X	X				
Indeterminado	Indeterminado sp230													X	X				

Familia	Taxones	Poten de la vegetación actual				San Alfonso	La Victoria		Poten fósil						Villavieja			
		Bosque Ripario	Matorral Dens	Matorral Abierto	Sabanas Secas		Arcillas de San Nicolás	VT	Lago	Paleosuelo basal lt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal	Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior	
Indeterminado	Indeterminado sp231																X	
Indeterminado	Indeterminado sp232																X	
Indeterminado	Indeterminado sp233																X	
Indeterminado	Indeterminado sp234																X	
Indeterminado	Indeterminado sp235																X	
Indeterminado	Indeterminado sp236																X	
Indeterminado	Indeterminado sp237																X	
Indeterminado	Indeterminado sp238																X	
Indeterminado	Indeterminado sp239																X	
Indeterminado	Indeterminado sp240																X	
Indeterminado	Indeterminado sp241																X	
Indeterminado	Indeterminado sp242																X	
Indeterminado	Indeterminado sp243																X	
Indeterminado	Indeterminado sp244																X	
Indeterminado	Indeterminado sp245																X	
Indeterminado	Indeterminado sp246																X	
Indeterminado	Indeterminado sp247																X	
Indeterminado	Indeterminado sp248																X	
Indeterminado	Indeterminado sp249																X	
Indeterminado	Indeterminado sp250																X	
Indeterminado	Indeterminado sp251																X	
Indeterminado	Indeterminado sp252																X	
Indeterminado	Indeterminado sp253																X	
Indeterminado	Indeterminado sp254																X	
Indeterminado	Indeterminado sp255																X	
Indeterminado	Indeterminado sp256															X	X	
Indeterminado	Indeterminado sp257																X	
Indeterminado	Indeterminado sp258																X	
Indeterminado	Indeterminado sp259																X	
Indeterminado	Indeterminado sp260																X	
Indeterminado	Indeterminado sp261																X	
Indeterminado	Indeterminado sp262																X	
Indeterminado	Indeterminado sp263																X	
Indeterminado	Indeterminado sp264																X	
Indeterminado	Indeterminado sp265																X	
Indeterminado	Indeterminado sp266																X	
Indeterminado	Indeterminado sp267																X	
Indeterminado	Indeterminado sp268																X	
Indeterminado	Indeterminado sp269																X	
Indeterminado	Indeterminado sp270																X	
Indeterminado	Indeterminado sp271																X	
Indeterminado	Indeterminado sp272																X	
Indeterminado	Indeterminado sp273																X	
Indeterminado	Indeterminado sp274																X	
Indeterminado	Indeterminado sp275																X	
Indeterminado	Indeterminado sp276																X	
Indeterminado	Indeterminado sp277																X	
Indeterminado	Indeterminado sp278																X	
Indeterminado	Indeterminado sp279																X	
Indeterminado	Indeterminado sp280																X	
Indeterminado	Indeterminado sp281																X	
Indeterminado	Indeterminado sp282																X	
Indeterminado	Indeterminado sp283																X	
Indeterminado	Indeterminado sp284																X	
Indeterminado	Indeterminado sp285																X	
Indeterminado	Indeterminado sp286																X	
Indeterminado	Indeterminado sp287																X	
Indeterminado	Indeterminado sp288																X	
Indeterminado	Indeterminado sp289																X	
Indeterminado	Indeterminado sp290																X	
Indeterminado	Indeterminado sp291																X	
Indeterminado	Indeterminado sp292																X	
Indeterminado	Indeterminado sp293																X	
Indeterminado	Indeterminado sp294																X	
Indeterminado	Indeterminado sp295																X	
Indeterminado	Indeterminado sp296																X	
Indeterminado	Indeterminado sp297																X	
Indeterminado	Indeterminado sp298																X	
Indeterminado	Indeterminado sp299																X	
Indeterminado	Indeterminado sp300																X	
Indeterminado	Indeterminado sp301																X	
Indeterminado	Indeterminado sp302																X	

		Polen de la vegetación actual					Polen fósil										Villavieja				
Familia	Taxones	Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabanas Secas	San Alfonso	Arcillas de San Nicolás	La Victoria	Paleosuelo basal bt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal	Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior					
Indeterminado	Indeterminado sp303													X							
Indeterminado	Indeterminado sp304							X													
Indeterminado	Indeterminado sp306							X													
Indeterminado	Indeterminado sp307							X													
Indeterminado	Indeterminado sp308							X													
Indeterminado	Indeterminado sp309							X													
Indeterminado	Indeterminado sp310							X													
Indeterminado	Indeterminado sp311							X													
Indeterminado	Indeterminado sp312							X													
Indeterminado	Indeterminado sp313							X													
Indeterminado	Indeterminado sp314							X													
Indeterminado	Indeterminado sp315							X													
Indeterminado	Indeterminado sp316							X													
Indeterminado	Indeterminado sp317							X													
Indeterminado	Indeterminado sp318							X													
Indeterminado	Indeterminado sp319							X													
Indeterminado	Indeterminado sp320							X													
Indeterminado	Indeterminado sp321							X													
Indeterminado	Indeterminado sp322							X													
Indeterminado	Indeterminado sp323							X													
Indeterminado	Indeterminado sp324							X													
Indeterminado	Indeterminado sp325							X													
Indeterminado	Indeterminado sp326							X													
Indeterminado	Indeterminado sp327							X													
Indeterminado	Indeterminado sp328							X													
Indeterminado	Indeterminado sp329							X													
Indeterminado	Indeterminado sp330							X													
Indeterminado	Indeterminado sp331							X													
Indeterminado	Indeterminado sp332							X													
Indeterminado	Indeterminado sp333							X													
Indeterminado	Indeterminado sp334							X													
Indeterminado	Indeterminado sp335							X													
Indeterminado	Indeterminado sp336							X													
Indeterminado	Indeterminado sp337							X													
Indeterminado	Indeterminado sp338							X													
Indeterminado	Indeterminado sp339							X													
Indeterminado	Indeterminado sp340							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp341							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp342							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp343							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp344							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp345							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp346							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp347							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp348							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp349							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp350							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp351							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp352							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp353							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp354							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp355							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp356							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp357							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp358							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp359							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp360							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp361							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp362							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp363							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp364							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp365							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp366							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp367							X							X						
Indeterminado	Indeterminado sp368							X						X							
Indeterminado	Indeterminado sp369							X													
Indeterminado	Indeterminado sp370							X													
Indeterminado	Indeterminado sp371							X													
Indeterminado	Indeterminado sp372							X													
Indeterminado	Indeterminado sp373							X													
Indeterminado	Indeterminado sp374							X													
Indeterminado	Indeterminado sp375							X													

Familia	Taxones	Polen de la vegetación actual				Polen fósil				Villavieja						
		Bosque Ripario	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabanas Secas	San Alfonso	Arcillas de San Nicolás	La Victoria	Paleosuelo basal bt	Paleosuelo 1c 3	Paleosuelo Rojo Villavieja	Paleosuelo Bt inferior	Paleosuelo 1c 1	Paleocanal	Capa de Peces	Paleosuelo rojo superior
Indeterminado	Indeterminado sp376															
Indeterminado	Indeterminado sp377							X	X							
Indeterminado	Indeterminado sp378								X							
Indeterminado	Indeterminado sp379								X							
Indeterminado	Indeterminado sp380								X							
Indeterminado	Indeterminado sp381								X							
Indeterminado	Indeterminado sp382								X							
Indeterminado	Indeterminado sp383								X							
Indeterminado	Indeterminado sp384					X										
Indeterminado	Indeterminado sp385					X										
Indeterminado	Indeterminado sp386						X									

[illegible]

Tabla 3. Información base (datos crudos) del análisis de vertebrados. Información recopilada a partir de la literatura.

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleocoordenada 1	Paleocoordenada 2	Formación	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
UCMP 39645	UCMP Locality V-4534 = Duke Locality 4534 = UC 4534 = La Victoria?	3.259471	-75.211352	413			Villavieja	Teleostomi					sp.
UCMP 41159	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Amphibia	Anura	Bufonidae		Rhinella	Rhinella marina
UCMP 45071	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Amphibia	Tennoisporidii	Stenodromidae		Wellesaurus	Wellesaurus peabodyi
UCMP 37881	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia					sp.
UCMP 37883	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia					sp.
UCMP 37884	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia					sp.
UCMP 37906	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia					sp.
UCMP 46166	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia					sp.
UCMP 37877	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Reptilia	Sebecosuchia	Sebecidae		Sebecus	Sebecus huiensis
UCMP 39657	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Crocodylia	Alligatoridae		Purussaurus	Purussaurus neivensis
UCMP 38093	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Crocodylia	Crocodylidae		Charactosuchus	Charactosuchus fialdii
IGM 250860	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Sauropsida	Crocodylia	Crocodylidae		Mourasuchus	Mourasuchus atopus
IGM 250481	Duke Locality 32 = Mesato Site	3.229274	-75.179221	421			Villavieja	Sauropsida	Crocodylia	Crocodylidae		Mourasuchus	Mourasuchus atopus
UCMP 39644	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Squamata	Polychrotidae		Polychrus	sp.
UCMP 37874	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Squamata				sp.
UCMP 37900	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Squamata				sp.
IGM 184146	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Sauropsida	Squamata	Teiidae		Paradracaena	Paradracaena colombiana
UCMP 37889	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Sauropsida	Squamata	Teiidae		Paradracaena	Paradracaena colombiana
UCMP 37909	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Aves					sp.
UCMP 42823	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Aves	Cuculiformes	Opisthocomidae		Hozoioides	Hozoioides magdalenae
UCMP 37876	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37878	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37882	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37883	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37884	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37886	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleocordenada 1	Paleocordenada 2	Formación	Ciase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
UCMP 37889	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37891	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37907	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37908	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37912	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38095	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38439	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38440	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38442	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38443	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 39600	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 39639	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 39641	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 39619	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 40567	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 40568	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 40569	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 40570	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 41160	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 41161	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 41798	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 128664	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 37932	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 38087	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 39642	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia					sp.
UCMP 77721	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia					sp.
	Duke Locality 32 = Misato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Didelphinophoria	Didelphidae	Didelphinae		sp.
	Duke Locality 32 = Misato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Didelphinophoria	Didelphidae	Marmosini		sp.

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleocordenada 1	Paleocordenada 2	Formación	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
UCMP 108563	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Marmosa	sp.
UCMP 37910	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Marmosa	Marmosa laventica
IGM 253035	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Micoureus	Micoureus laventius
IGM 253026	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Pachybiotherium	Pachybiotherium minor
IGM 253027	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Pachybiotherium	Pachybiotherium minor
IGM 253028	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Pachybiotherium	Pachybiotherium minor
IGM 253031	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Thylamys	Thylamys colombianus
IGM 253033	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Thylamys	Thylamys colombianus
IGM 253034	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Thylamys	Thylamys colombianus
IGM 253042	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Didephidae		Thylamys	Thylamys minutus
IGM 250833	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Hondadephidae		Hondadephys	Hondadephys fieldi
UCMP 37885	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Didephimorphia	Hondadephidae		Hondadephys	Hondadephys fieldi
IGM 250440	Duke Locality 32 = Masato Site	3.228274	-75.179821	421			Villavieja	Mammalia	Praetuberculata	Paleotheriidae		Hondathentes	Hondathentes cazador
	Duke Locality 32 = Masato Site	3.228274	-75.179821	421			Villavieja	Mammalia	Cingulata	Dasyptidae	Tolypatinae	Pedrotypautes	Pedrotypautes praecursor
	Duke Locality 32 = Masato Site	3.228274	-75.179821	421			Villavieja	Mammalia	Cingulata	Cingulidae		Borestemna	Borestemna gigantea
	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Cingulata	Cingulidae	Glyptelinae	Neoglyptaleus	Neoglyptaleus originalis
UCMP 40201	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Cingulata	Cingulidae	Pampatheriidae	Scirotherium	Scirotherium hondensis
UCMP 41797	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Pilosa		sp.	sp.
UCMP 39595	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Pilosa		sp.	sp.
UCMP 37895	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Megalonychidae		sp.	sp.
UCMP 39330	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		Neomatherium	sp.
UCMP 37875	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		Pseudoprepotherium confusum	Pseudoprepotherium confusum
UCMP 37902	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		Pseudoprepotherium confusum	Pseudoprepotherium confusum
UCMP 38094	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		Pseudoprepotherium confusum	Pseudoprepotherium confusum
UCMP 39638	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		Pseudoprepotherium confusum	Pseudoprepotherium confusum
UCMP 40049	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Pilosa	Myodontidae		sp.	sp.
UCMP 38088	UCMP Locality V-4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Litopterna	Macraucheniidae		Thesodon	sp.
UCMP 39270	UCMP Locality V-4832 = Duke Locality = Monkey Bed	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Litopterna	Protheriidae		Megadolodus	Megadolodus modanensis

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleoordenada 1	Paleoordenada 2	Formación	Ciase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
IGM 193282	DU 28 = Duke Locality 28	3.355517	-75.125356	421			La Victoria	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Megadolodus	Megadolodus molariformis
IGM 250400	IGM-DU Locality	3.270222	-75.198389	444			Cerbatana	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Megadolodus	Megadolodus molariformis
	UCMP Locality V-4523 = Duke Locality V-4623	3.239667	-75.193064	412			Villavieja	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Prolaciprimum	sp.
UCMP 37911	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1999 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Prothoatherium	sp.
Duke-ING 86-274	Duke-ING Locality 040 = DU 40 = Libano Sands and Clays	3.330569	-75.126225	469			Moceno inferior	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Prothoatherium	Prothoatherium colombianus
Duke-ING 86-332	Duke-ING Locality 040 = DU 40 = Libano Sands and Clays	3.330569	-75.126225	469			Moceno inferior	Mammalia	Litopterna	Proterotheriidae		Prothoatherium	Prothoatherium colombianus
IGM 252963	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Emballonuridae			sp.
IGM 251048	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Emballonuridae		Dididurus	sp.
IGM 252975	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Noctilionidae		Noctilio	Noctilio albiventris
IGM 252976	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Noctilionidae		Noctilio	Noctilio albiventris
IGM 253005	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Noctilionidae		Noctilio	Noctilio albiventris
IGM 252980	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		TonitiaLophostoma	sp.
IGM 252981	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		TonitiaLophostoma	sp.
IGM 252982	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		TonitiaLophostoma	sp.
IGM 252983	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		TonitiaLophostoma	sp.
IGM-KU 90-C01	Chepe Site	3.232355	-75.1788	426				Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
IGM 252865	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
IGM 252972	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
IGM 252973	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
UCMP 39982	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1999 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
UCMP 39983	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1999 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris magdalenensis
IGM-KU 9305	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris sucharadeus
IGM 252869	Chepe Site	3.232355	-75.1788	426				Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae		Ndonycteris	Ndonycteris sucharadeus
IGM 252971	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae	Glossophaginae	Palynophyllum	Palynophyllum animaster
IGM 252863	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomatidae	Glossophaginae	Palynophyllum	Palynophyllum animaster
IGM 252970	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavalii
IGM 252978	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavalii
IGM 252979	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V-4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavalii

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleocoordenada 1	Paleocoordenada 2	Formación	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
IGM 252385	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavali
IGH-DU SN-022-1a	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavali
IGH-DU SN-022-1b	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera lavali
IGM 252868	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera robusta
IGM 250327	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Thyropteridae		Thyroptera	Thyroptera tricolor
IGH-KU 832.1	Kyoto Site	3.251485	-75.195477	394			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae		Klobomops	Klobomops lopezi
IGH-KU 832.2	Kyoto Site	3.251485	-75.195477	394			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae		Klobomops	Klobomops lopezi
IGM 90-235	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae			sp.
IGM 250329	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae			sp.
IGM 252969	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae			sp.
IGM 252987	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae			sp.
IGM 252988	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae			sp.
IGH-KU 9303	Chipe Site	3.232955	-75.1788	426			Villavieja	Mammalia	Chiroptera	Molossidae		Eumops	sp.
IGM 252386	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Chiroptera				sp.
UCMP 38989	UCMP Locality V-4534 = Duke Locality 4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75.211352	413			Villavieja	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia tatacensis
	UCMP Locality V-4523 = Duke Locality = UC 4623	3.239667	-75.193064	412			Villavieja	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia tatacensis
UCMP 39204	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1999 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia tatacensis
DU-IGM 85-400	DU 28 = Duke Locality 28	3.355517	-75.129356	421			La Victoria	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia victoriae
DU-IGM 86-057	DU 28 = Duke Locality 28	3.355517	-75.129356	421			La Victoria	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia victoriae
DU-IGM 86-534	DU 28 = Duke Locality 28	3.355517	-75.129356	421			La Victoria	Mammalia	Primates	Atelidae	Abuaitinae	Stirtonia	Stirtonia victoriae
	KU 9-56A = El Dinde Locality 9-85-A = La Venta Locality 9-85A	3.268661	-75.210178	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae			sp.
IGH-KU 8402	Kyoto Site 2	3.251485	-75.195477	394			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Callitrichinae		sp.
IGH-KU 8403	Kyoto Site 2	3.251485	-75.195477	394			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Callitrichinae		sp.
IGH-KU 8401	Kyoto Site 2	3.251485	-75.195477	394			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Callitrichinae	Micothrix	Micothrix tolenensis
IGM 181500	Duke Locality 22 = DU 22 = UCMP Locality V- 4536 = Baraya Member	3.264218	-75.215345	387			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Callitrichinae	Mohanamico	Mohanamico herskovitzi
IGM 250436	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Laventiana	Laventiana annectens
UCMP 39205	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1999 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89001a	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 8903	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89001	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89002	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89003	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89004	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi
IGH-KU 89005	Duke Locality 32 = Masato Site	3.229274	-75.179921	421			Villavieja	Mammalia	Primates	Cebidae	Cebinae	Neosaimiri	Neosaimiri fieldsi

ID	Localidad	N	W	Altitud (m)	Paleocordenada 1	Paleocordenada 2	Formación	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Género	Taxones
UCMP 37913	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Notoungulata	Interatheriidae		Miocochillus	Miocochillus anomopodus
UCMP 39231	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Notoungulata	Interatheriidae		Miocochillus	Miocochillus anomopodus
UCMP 39234	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Notoungulata	Interatheriidae		Miocochillus	Miocochillus anomopodus
UCMP 39231	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Astrapotheria	Astrapotheriidae	Uruguaytheriinae	Granastropotherium	Granastropotherium snorki
UCMP 40536	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 40564	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 40565	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 40566	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 37892	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 39656	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 37897	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia			sp.	sp.
UCMP 37901	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	sp.
UCMP 39654	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	Scleromys colombianus
UCMP 40563	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	Scleromys colombianus
UCMP 39253	UCMP Locality V-4534 = Duke Locality 4534 = UC 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	Scleromys colombianus
UCMP 39817	UCMP Locality V-4517 = UC 4517 = Rojo no. 1989 = Monkey Locality	3.247138	-75.201309	401			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	Scleromys schumianni
UCMP 37931	UCMP Locality V-4534 = Duke Locality 4534 = La Victoria?	3259471	-75211352	413			Villavieja	Mammalia	Rodentia	Dinomyidae	Polamarchinae	Scleromys	Scleromys schumianni

TABLA 4. Lista de vertebrados fósiles del Grupo La Venta registrados en la presente investigación y en literatura.

Clase	Orden	Familia	Género	Taxones	San Alfonso	La Victoria	Cerbatana	Villavieja	Las Mesitas
			Total	52	12	25	9	41	9
Pisces				1	0	1	0	1	0
Pisces				sp.		X		X	
Teleostomi				1	0	0	0	1	0
Teleostomi				sp.				X	
Actinopterygii				11	4	4	1	7	3
Actinopterygii	Characiformes	Characidae		sp.	X	X		X	X
	Characiformes	Characidae	<i>Colossoma</i>	sp.	X				
	Osteoglossiformes	Callichthyidae	<i>Callichthys</i>	sp.		X		X	X
	Siluriformes			sp.	X	X	X	X	
	Siluriformes	Doradidae		sp.				X	
	Siluriformes	Pimelodidae		sp.				X	
	Siluriformes	Pimelodidae / Doradidae		sp.					X
	Siluriformes	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma</i>	<i>Brachyplatystoma promagdalenae</i>				X	
	Siluriformes	Pimelodidae	<i>Phractocephalus</i>	sp.		X		X	
	Siluriformes	Pseudopimelodidae		sp.	X				
Chondrichthyes				3	1	1	0	2	0
Chondrichthyes	Myliobatiformes	Myliobatidae		sp.				X	
	Myliobatiformes	Myliobatidae	<i>Myliobatis</i>	sp.		X		X	
	Myliobatiformes	Potamotrygonidae		sp.	X				
Sarcopterygii				1	1	1	1	1	0
Sarcopterygii	Lepidosireniformes	Lepidosirenidae	<i>Lepidosiren</i>	sp.	X	X	X	X	
Amphibia				2	0	0	0	2	0
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella marina</i>				X	
	Temnospondyli	Stenotosauridae	<i>Wellesaurus</i>	<i>Wellesaurus peabodyi</i>				X	
Reptilia				5	0	1	0	5	0
Reptilia				sp.				X	
	Eusuchia			sp.		X		X	
	Sebecosuchia			sp.				X	
	Sebecosuchia	Sebecidae		sp.				X	
	Sebecosuchia	Sebecidae	<i>Sebecus</i>	<i>Sebecus huilensis</i>				X	
Sauropsida				25	6	16	7	20	6
Sauropsida	Crocodylia			sp.	X	X	X	X	X
	Crocodylia			sp.	X	X	X	X	X
	Crocodylia	Alligatoridae		sp.	X	X	X	X	
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Balanerodus</i>	sp.	X	X	X	X	X
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Balanerodus logimus</i>			X			
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman</i>	<i>Caiman lutescens</i>				X	
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Purussaurus</i>	sp.		X	X	X	X
	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Purussaurus</i>	<i>Purussaurus neivensis</i>				X	
	Crocodylia	Crocodylidae		sp.				X	
	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Charactosuchus</i>	<i>Charactosuchus fieldi</i>				X	
	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Gryposuchus</i>	<i>Gryposuchus colombianus</i>		X			
	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Mourasuchus</i>	<i>Mourasuchus atopus</i>				X	
	Crocodylia	Gavialidae		sp.	X	X		X	
	Crocodylia	Gavialidae	<i>Gavialis</i>	sp.		X		X	X
	Squamata			sp.		X		X	
	Squamata	Ophidia						X	
	Squamata	Polychritidae	<i>Polychrus</i>	sp.				X	
	Squamata	Serpentes				X			
	Squamata	Teiidae	<i>Paradracaena</i>	<i>Paradracaena colombiana</i>		X		X	
	Squamata	Teiidae	<i>Tupinambis</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>				X	
	Testudines			sp.	X	X	X	X	X
	Testudines	Chelidae	<i>Chelus</i>	<i>Chelus colombianus</i>				X	
	Testudines	Podocnemidae		sp.		X			
	Testudines	Podocnemidae	<i>Podocnemis</i>	sp.		X	X		
	Testudines	Podocnemidae	<i>Podocnemis</i>	<i>Podocnemis pritchardi</i>		X			
	Testudines	Testudinidae	<i>Geochelone</i>	<i>Geochelone hesternae</i>				X	
Aves				2	0	1	0	2	0
Aves				sp.		X		X	
	Cuculiformes	Opisthocomidae	Hoazinoides	<i>Hoazinoides magdalenae</i>				X	
Coprolito					X	X	X	X	X
Indeterminante					X	X	X	X	X

Tabla 5. Taxones de polen fósil identificados en las formaciones del Grupo La Venta y coberturas de vegetación actual del Desierto de La Tatacoa, departamento del Huila, Colombia. Datos sobre los cuales se realizó el índice de similitud de Simpson.

Formación		Taxones
San Alfonso	0	<i>Acalypha</i> sp.
	0	<i>Alchornea</i> sp.
	0	<i>Alismatiaceae</i> ind.
La Victoria	1	<i>Annona</i> sp.
	0	<i>Annonaceae</i> ind.
	1	<i>Apocynaceae</i> ind.
Villavieja	1	<i>Arcuticariaceae</i> ind.
	0	<i>Araceae</i> ind.
	1	<i>Arabiodeae</i> ind.
	1	<i>Asclepiadaceae</i> ind.
	1	<i>Asteraceae</i> ind.
	0	<i>Bombacaceae</i> ind.
	1	<i>Bromeliaceae</i> ind.
	1	<i>Bursaria sinarubae</i> cf.
	0	<i>Burseraceae</i> ind.
	1	<i>Cecropia</i> sp.
	0	<i>Cedion</i> sp.
	0	<i>Comnelinaceae</i> ind.
	0	<i>Cucurbitaceae</i> ind.
	1	<i>Cyathaea</i> sp.
	1	<i>Dioscoreaceae</i> ind.
	0	<i>Eichornia</i> cf.
	1	<i>Elaeocarpaceae</i> ind.
	0	<i>Erythroxiliaceae</i> ind.
	1	<i>Ficus</i> sp.
	0	<i>Guazuma umifolia</i>
	0	<i>Hymenophyllaceae</i> ind.
	0	<i>Linga</i> sp.
	0	<i>Ludwigia</i> sp.
	1	<i>Lycopodium</i> ind.
	0	<i>Mabea</i> cf.
	1	<i>Malpighiaceae</i> ind.
	0	<i>Melastaceae</i> ind.
	1	<i>Mimosaecae</i> ind.
	1	<i>Monocotiledonea</i> ind.
	0	<i>Monolete</i> ind.
	1	<i>Moraceae</i> ind.
	0	<i>Myrtaceae</i> ind.
	0	<i>Nymphaea ampla</i>
	1	<i>Onagraceae</i> ind.
	1	<i>Palmlia</i> sp.
	1	<i>Philodendron</i> sp.
	1	<i>Piper</i> sp.
	1	<i>Piperaceae</i> ind.
	1	<i>Poaceae</i> ind.
	1	<i>Podocarpus</i> sp.
	1	<i>Polypodiaceae</i> ind.
	1	<i>Polypodium</i> sp.
	0	<i>Rhamnaceae</i> ind.
	0	<i>Rhynchospora cephalotes</i>
	0	<i>Rubiaceae</i> ind.
	0	<i>Saccoloma</i> cf.
	1	<i>Sapindaceae</i> ind.
	1	<i>Sapotaceae</i> ind.
	0	<i>Scrophulariaceae</i> ind.
	0	<i>Seleginella</i> sp.
	0	<i>Simarouba amara</i> cf.
	0	<i>Spathiphyllum</i> sp.
	1	<i>Terminalia</i> cf.
	0	<i>Thelypteris</i> sp.
	0	<i>Tournefortia</i> sp.
	0	<i>Trilete</i> ind.
	0	

(b) Taxones de polen fósil del Grupo La Venta relacionados con polen de la vegetación actual del bosque de ribera (ver: Figura 18a). Se resalta en gris dardo las formaciones relacionadas con este hábitat. Color rojo: familias compartidas con la Formación Villavieja. Coeficiente de correlación de Simpson: 0.8636/3636.

Formación/Familias	FAMILIAS																																				
	Acanthaceae	Alismaticeae	Annonaceae	Apocynaceae	Araceae	Asclepiadaceae	Asteraceae	Digoniaceae	Boraginaceae	Gromeliaceae	Crotoniaceae	Compositae	Convolvulaceae	Cyathaceae	Oxyporaee	Elaeocarpaceae	Erythroxilaceae	Fabaceae	Lorantheaceae	Lycopodiaceae	Melastomataceae	Monocotiledonae	Monolete	Moraceae	Nymphaeaceae	Piperaceae	Poaceae	Podocarpaceae	Polypodiaceae	Ranunculaceae	Rubiaceae	Sapindaceae	Scrophulariaceae	Selaginellaceae	Simarubaceae	Tiliaceae	
San Alfonso	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
La Victoria	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Villavieja	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Bosque de Iribera	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0

Coeficiente de correlación de Simpson: Formación Villaveja: 0.61538462; Formación Villaveja: 0.92307692; Formación San Alfonso: 0.92307692; Taxones de polen fósil del Grupo La Venta relacionados con polen de la vegetación actual del matoral denso (ver: Figura 18b). Se resalta en gris claro las formaciones relacionadas con este hábitat. Color rojo: familias compartidas con las formaciones Villaveja y San Alfonso. Color azul: familias compartida con una de las formaciones. Coeficiente de

[illegible]

Figura 18c. Se resalta en gris claro las formaciones relacionadas con este hábitat. Color rojo: familias compartidas con las formaciones Vilavelja y San Alfonso. Color azul: familias compartidas con una de las formaciones, Coeficiente de correlación de Spearman: 0,84615385; Formación San Alfonso: 0,69220769.

[illegible][illegible][illegible]

Tabla 6. Índice de similitud de Simpson, teniendo en cuenta el polen fósil, los paleohábitats propuestos y las formaciones del Grupo La Venta.

(a) Similitud entre las formaciones San Alfonso, La Victoria y Villavieja del Grupo La Venta (ver: Figura 17).

	San Alfonso	La Victoria	Villavieja
San Alfonso	1	0,40	0,60
La Victoria		1	0,76
Villavieja			1

(b) Similitud entre las formaciones del Grupo La Venta y la cobertura vegetal denominada bosque de ribera (ver: Figura 18a).

	San Alfonso	La Victoria	Villavieja	Bosque de ribera
San Alfonso	1	0,52380952	0,70833333	0,54545455
La Victoria		1	<u>0,80952381</u>	0,42857143
Villavieja			1	0,86363636
Bosque de ribera				1

(c) Similitud entre las formaciones del Grupo La Venta y la cobertura vegetal denominada matorral denso (ver: Figura 18b).

	San Alfonso	La Victoria	Villavieja	Matorral denso
San Alfonso	1	0,52380952	0,70833333	0,61538462
La Victoria		1	<u>0,80952381</u>	0,53846154
Villavieja			1	0,92307692
Matorral denso				1

(d) Similitud entre las formaciones del Grupo La Venta y la cobertura vegetal denominada matorral abierto (ver: Figura 18c).

	San Alfonso	La Victoria	Villavieja	Matorral abierto
San Alfonso	1	0,52380952	0,70833333	0,69230769
La Victoria		1	<u>0,80952381</u>	0,46153846
Villavieja			1	0,84615385
Matorral abierto				1

(e) Similitud entre las formaciones del Grupo La Venta y la cobertura vegetal denominada sabana seca (ver: Figura 18d).

	San Alfonso	La Victoria	Villavieja	Sabana seca
San Alfonso	1	0,52380952	0,70833333	0,78571429
La Victoria		1	<u>0,80952381</u>	0,57142857
Villavieja			1	0,78571429
Sabana seca				1

Tabla 7. Taxones de paleofauna de vertebrados identificados en las formaciones del Grupo La Venta. Datos sobre los cuales se realizó el índice de similitud de Simpson.

(a) Taxones de vertebrados fósiles (ver: Figura 19a). Se resaltan en diferentes tonos de gris los grupos: La Victoria-Cerbatana y Villavieja-Las Mesitas. Color rojo: taxones compartidos por las formaciones La Victoria y Cerbatana. Color azul: taxones compartidos por las formaciones Villavieja y Las Mesitas. Coeficiente de correlación de Simpson: formaciones La Victoria-Cerbatana: 0,9762; formaciones Villavieja-Las Mesitas: 0,9375.

Formación/ Taxones	San Alfonso	La Victoria	Cerbatana	Villavieja	Las Mesitas	Formación/ Taxones
Characidae ind.	1	0	1	0	0	<i>Podocnemis sp.</i>
Colossoma sp.	0	1	0	0	1	<i>Podocnemis pritchardi</i>
<i>Callichthys sp.</i>	0	0	0	1	1	<i>Geochelone hesterni</i>
<i>Doradidae ind.</i>	0	0	0	1	1	<i>Hoazinoides magdalenae</i>
<i>Brachyplatystoma promagdalenae</i>	0	0	0	1	0	<i>Aotus dindensis</i>
<i>Phractocephalus sp.</i>	0	1	0	1	0	<i>Aotus dindensis cf.</i>
<i>Pseudopimelodidae ind.</i>	1	0	0	0	0	<i>Callitrichinae IGM-KU 8402</i>
<i>Myliobatis ind.</i>	0	0	0	1	0	<i>Callitrichinae IGM-KU 8403</i>
<i>Myliobatis sp.</i>	0	1	0	1	0	<i>Cebidae KU 9-86A</i>
<i>Potamotrygonidae ind.</i>	1	0	0	0	0	<i>Cebupithecia sarmiento</i>
<i>Lepidosiren sp.</i>	1	1	1	1	0	<i>Lagonimico conclucatus</i>
<i>Rhinella marina</i>	0	0	0	1	0	<i>Laventiana annectens</i>
<i>Wellesaurus peabodyi</i>	0	0	0	1	0	<i>Micodon kiotensis</i>
<i>Sebecus huilensis</i>	0	0	0	1	0	<i>Miocallicebus villaviejai</i>
<i>Balanerodus sp.</i>	1	1	1	1	1	<i>Mohanamico herskovitzi</i>
<i>Balanerodus logimus</i>	0	1	0	0	0	<i>Neosaimiri fieldsi</i>
<i>Caiman lutescens</i>	0	0	0	1	0	<i>Nuciraptor rubricae</i>
<i>Purussaurus sp.</i>	0	1	1	1	1	<i>Nuciraptor cf. IGM-KU 8602</i>
<i>Purussaurus neivensis</i>	0	0	0	1	0	<i>Nuciraptor cf. IGM 184074</i>
<i>Charactusuchus fieldsi</i>	0	0	0	1	0	<i>Nuciraptor cf. IGM 184667</i>
<i>Gryposuchus colombianus</i>	0	1	0	0	0	<i>Stirtonia tatacoensis</i>
<i>Mourasuchus atopus</i>	0	0	0	1	0	<i>Stirtonia victoriae</i>
<i>Gavialidae ind.</i>	1	1	0	1	0	<i>Anachlysisctis gracilis</i>
<i>Gavialis sp.</i>	0	1	0	1	1	<i>Dukecynus magnus</i>
<i>Polychrus sp.</i>	0	0	0	1	0	<i>Lycopsis longirostris</i>
<i>Ophidia ind.</i>	0	0	0	1	0	<i>Hondadelphys fieldsi</i>
<i>Paradaracaena colombiana</i>	0	1	0	1	0	<i>Marmosa sp.</i>
<i>Tupinambis teguixin</i>	0	0	0	1	0	<i>Marmosa laventica</i>
<i>Serpentes ind.</i>	0	1	0	0	0	<i>Micoureus sp.</i>
<i>Chelus colombianus</i>	0	0	0	1	0	<i>Micoureus laventicus</i>

[illegible]

Formación/ Taxones	<i>Potamosiren magdalenensis</i>	<i>Microscleromys paradoxalis</i>	<i>Microsteiromys jacobsi</i>	<i>Neoreomys huilensis</i>	<i>Olenopsis</i> sp1	<i>Olenopsis</i> sp2	<i>Olenopsis</i> sp3	<i>Prodolichotis</i> sp.	<i>Prodolichotis prdiana</i>	<i>Rhodanodolichotis antepriidiana</i>	<i>Ricardomys longiden</i>	<i>Scleromys</i> sp.	<i>Scleromys</i> sp1	<i>Scleromys</i> sp2	<i>Scleromys</i> sp3	<i>Scleromys colombianus</i>	<i>Scleromys schürmanni</i>
Villavieja	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Las Mesitas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Alfonso	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
La Victoria	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Cerbatana	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Villavieja	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Las Mesitas	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0

(b) Taxones de mamíferos fósiles (ver: Figura 19b). Se resaltan en diferentes tonos de gris los grupos: La Victoria-Cerbatana y Villavieja-Las Mesitas. Color rojo: taxones compartidos por las formaciones La Victoria y Cerbatana. Color azul: taxones compartidos por las formaciones Villavieja y Las Mesitas. Coeficiente de correlación de Simpson: formaciones La Victoria-Cerbatana: 0,9091; formaciones Villavieja-Las Mesitas: 0,9375.

Formación/ Taxones	San Alfonso
<i>Aotus dindensis</i>	0
<i>Aotus dindensis</i> cf.	0
Callitrichinae IGM-KU 8402	0
Callitrichinae IGM-KU 8403	0
Cebidae KU 9-86A	0
<i>Cebupithecia sarmientoi</i>	0
<i>Lagonimico concludatus</i>	0
<i>Laventiana annectens</i>	0
<i>Micodon kiotensis</i>	0
<i>Miocallicebus villaviejae</i>	0
<i>Mohanamico herskovitzi</i>	0
<i>Neosaimiri fieldsi</i>	0
<i>Nuciraptor rubricae</i>	0
<i>Nuciraptor</i> cf. IGM-KU 8602	0
<i>Nuciraptor</i> cf. IGM 184074	0
<i>Nuciraptor</i> cf. IGM 184667	0
<i>Stirtonia tatacoensis</i>	0
<i>Stirtonia victoriae</i>	0
<i>Anachlysisstictis gracilis</i>	0
<i>Dukecynus magnus</i>	0
<i>Lycopsis longirostrus</i>	0
<i>Hondadelphys fieldsi</i>	0
<i>Marmosa</i> sp.	0
<i>Marmosa laventica</i>	0
<i>Micoureus</i> sp.	0
<i>Micoureus laventicus</i>	0
<i>Pachybiotherium minor</i>	0
<i>Thylamys colombianus</i>	0
<i>Thylamys minutus</i>	0
<i>Hondathentes cazador</i>	0

Formación/ Taxones	Olenopsis sp1	Olenopsis sp2	Olenopsis sp3	Prodolichotis sp.	Prodolichotis pridiana	Rhodanodolichotis antepidiana	Ricardomys longiden	Scleromys sp.	Scleromys sp1	Scleromys sp2	Scleromys sp3	Scleromys colombianus	Scleromys schürmanni
Las Mesitas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Alfonso	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
La Victoria	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Cerbatana	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Villavieja	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Las Mesitas	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0

Tabla 8. Índice de similitud de Simpson, teniendo en cuenta los paleovertebrados de las diferentes formaciones del Grupo La Venta.

(a) Similitud de vertebrados fósiles (ver: Figura 19a).

	San Alfonso	La Victoria	Cerbatana	Villavieja	Las Mesitas
San Alfonso	1	0,66666667	0,66666667	0,66666667	0,33333333
La Victoria		1	0,97368421	<u>0,76271186</u>	0,72727273
Cerbatana			1	<u>0,94736842</u>	0,54545455
Villavieja				1	0,90909091
Las Mesitas					1

(b) Similitud de mamíferos fósiles (ver: Figura 19b).

	San Alfonso	La Victoria	Cerbatana	Villavieja	Las Mesitas
San Alfonso	1	0,55555556	0,44444444	0,55555556	0,22222222
La Victoria		1	0,97619048	<u>0,7260274</u>	0,6875
Cerbatana			1	<u>0,92857143</u>	0,5
Villavieja				1	0,9375
Las Mesitas					1

Anexo 1. Estratigrafía del Grupo Honda.

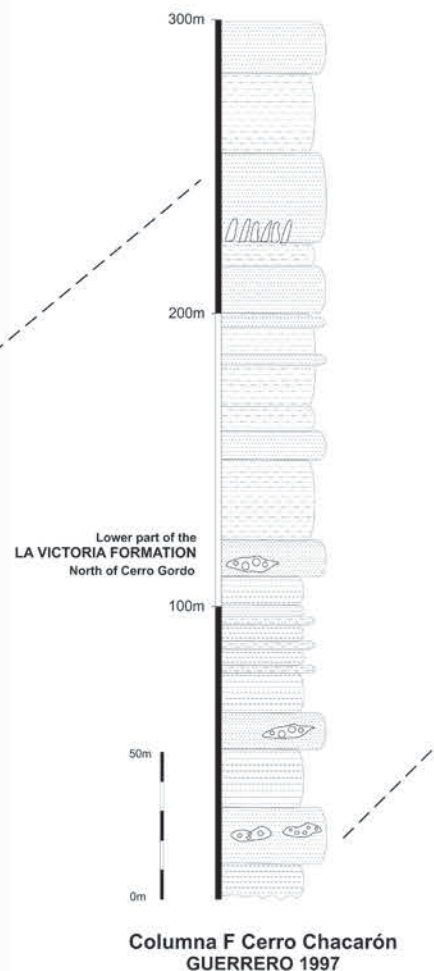
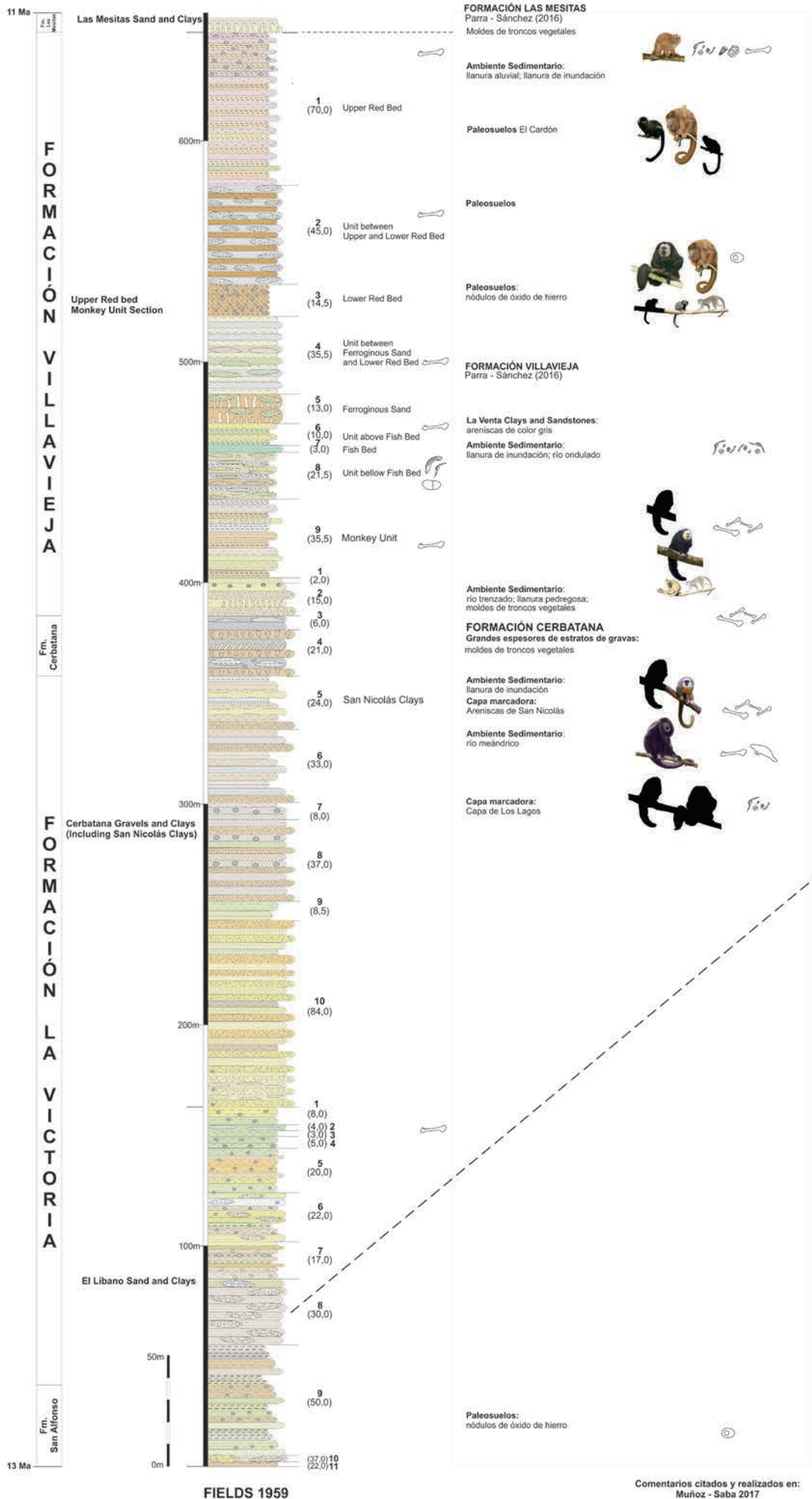
Época	Parra-Sánchez (2016)	Butler (1942)	Royo y Gómez (1942b)	Henao-Londoño et al. (1949)	Fields & Henao-Londoño (1949)	Henao-Londoño (1950)
Reciente		Alluvium Formación Guaji Depósito de Lagos				
Pleistoceno						
Plioceno	Formación Mesa	Formación Mesa	Formación Mesa	No nominado	Mesa Conglomeratis	Formación Mesa
Mioceno superior	Formación Vella	GRUPO HONDA	Superior	Superior	Estratos Rojos Superiores Areniscas y Arcillas Intermedias Estratos Rojos Inferiores Areniscas y Arcillas de la Quebrada La Venta Areniscas Ferruginosas Unidad del Pez con Zona del Pez Unidad del Mono	Brown Sequence Upper Red Beds Intermediate Clays and Sandstones Lower Red Beds La Venta Clays and Sandstones Ferruginous Sandstones Unit Above the Fish Bed Fish Bed Unit above the Fish Bed Monkey Unit
Mioceno medio	Formación Las Mesitas					
	Formación Villavieja					
	Formación Cerbatana					
	Formación La Victoria					
	Formación San Alfonso					
Mioceno inferior	Formación Xilopalo	GRUPO CERRO GORDO	Inferior	Inferior	Gravas y Arcillas de Cerbatana con gravas y arcillas de San Nicolás	Cerbatana Gravels and Clays (including San Nicolás Clays)
	Formación Vagal					
Oligoceno		Serie Colorado	Superior	Formación San Alfonso	Libano Sand and Clays	Libano Clays and Sandstones
Eoceno		Formación Guadalupe				Brown to gray Siltstones and Shales with lenticular Sandstones with few pebbles Brown to Red Clays
						San Alfonso
Cretácico	Formación Gualanday					Serie Gualanday
Triásico-Jurásico	Formación Payandé	GRUPO PAVANDÉ	GRUPO PAVANDÉ	Caliza de Payandé Roca Ignea Intrusiva	Purple Limestone and Periphytic Andesite Intrusives	Serie Gualanday

Convenções

Discordancia

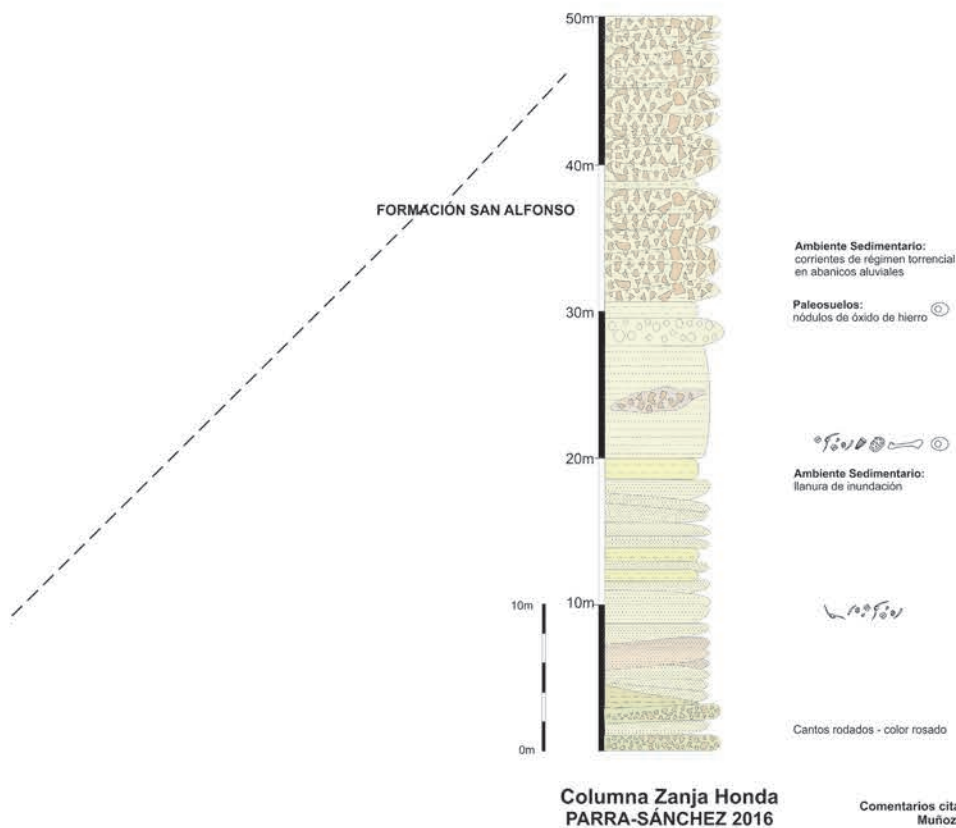
Formación

Capa



Anexo 2. Sección estratigráfica del Grupo La Venta.

Fields 1959, Guerrero 1997, Parra - Sánchez 2016, comentarios Muñoz - Saba 2017.



Anexo 3. Ambiente sedimentario. Formación San Alfonso, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 4. Ambiente sedimentario. Formación La Victoria, Grupo La Venta.

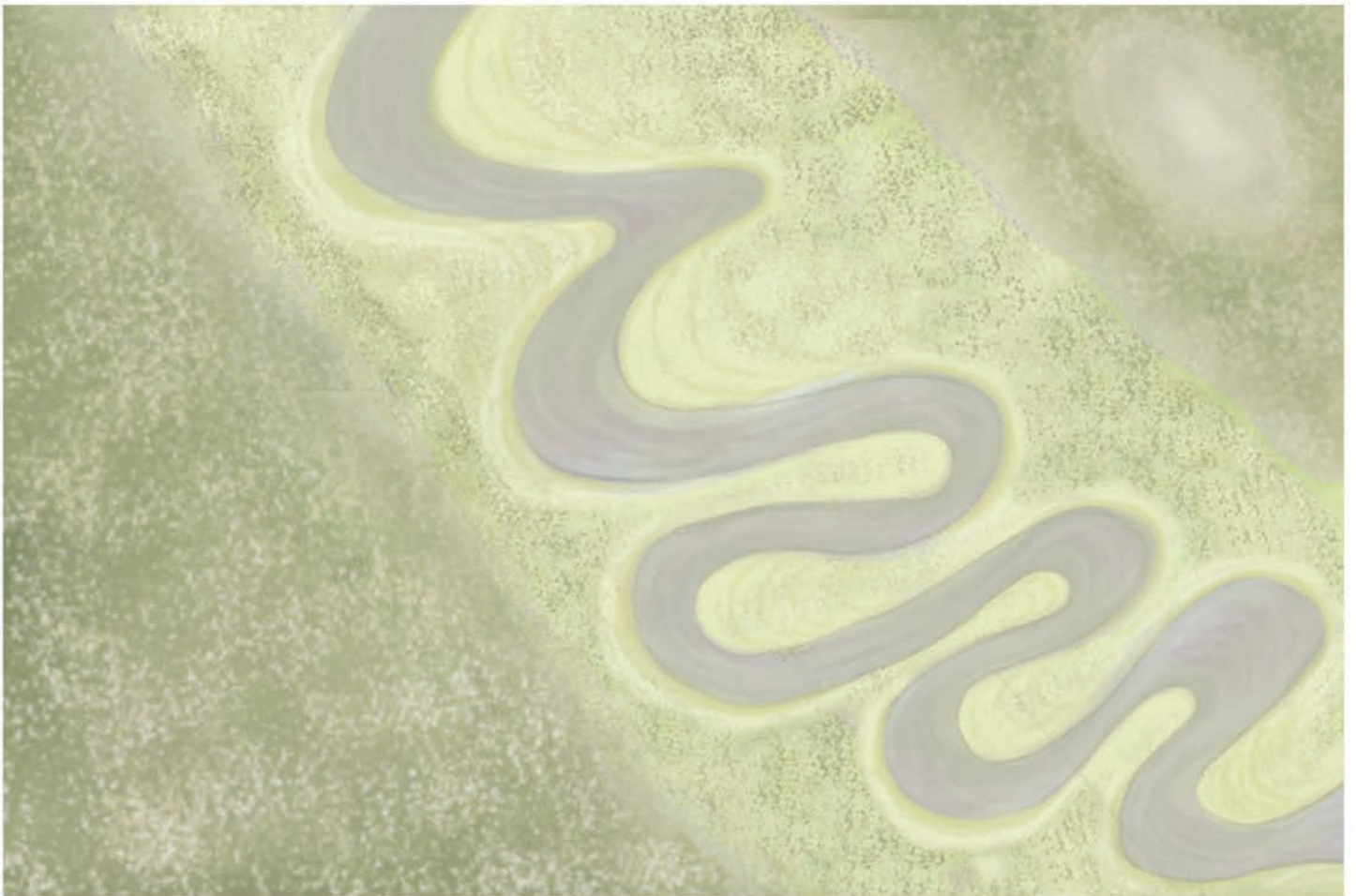


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 5. Ambiente sedimentario. Formación Cerbatana, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 6. Ambiente sedimentario. Formación Villavieja, Grupo La Venta.

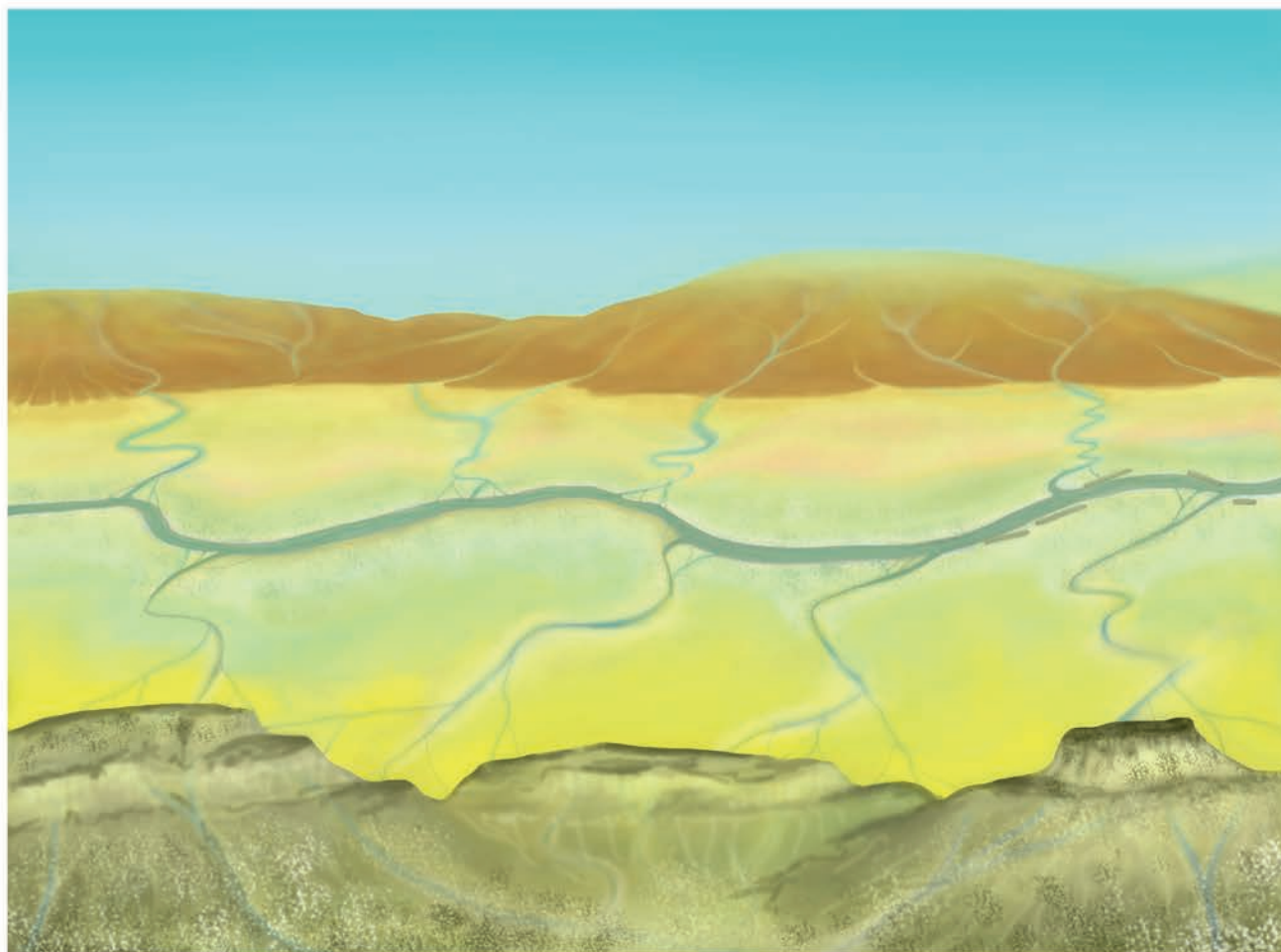


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 7. Ambiente sedimentario. Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

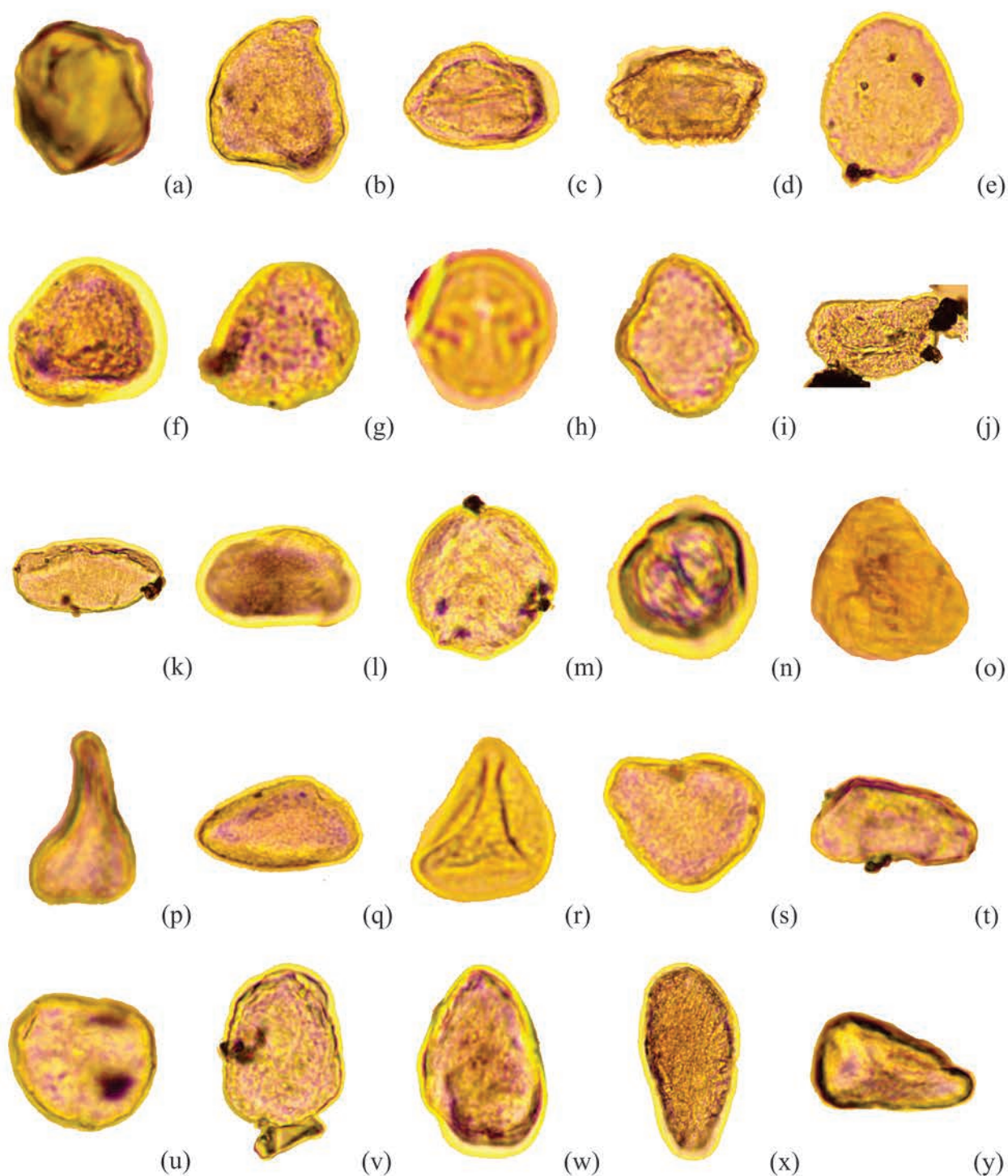
Anexo 8. Polen fósil del Grupo La Venta nominado según su afinidad actual.

FAMILIA	TAXONES	POLEN FÓSIL			VEGETACIÓN ACTUAL			
		San Alfonso	La Victoria	Villavieja	Bosque de Ribera	Matorral Denso	Matorral Abierto	Sabana Seca
Total		144	121	357				
Acanthaceae	Acanthaceae sp.			X	X			
Acanthaceae	<i>Turbergia erecta</i>			X				
Alismataceae	Alismataceae sp.			X				
Annonaceae				X	X			
Annonaceae	Annonaceae sp.			X				
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.			X				
Apocynaceae		X	X	X	X	X	X	
Apocynaceae	Apocynaceae sp1	X						
Apocynaceae	Apocynaceae sp2 - sp8			X				
Apocynaceae	Apocynaceae sp9 - sp11		X					
Apocynaceae	Apocynaceae sp12			X				
Araceae		X	X	X	X			
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.			X				
Araceae	<i>Spathiphyllum</i> sp.		X					
Araucariaceae			X	X				
Araucariaceae	Araucariaceae sp1			X				
Araucariaceae	Araucariaceae sp2		X					
Arecaceae		X		X				
Arecaceae	Arecaceae sp1	X						
Arecaceae	Arecaceae sp2	X		X				
Arecaceae	Arecaceae sp3 - sp5			X				
Asclepiadaceae				X	X	X		X
Asclepiadaceae	Asclepiadaceae sp1 - sp2			X				
Asteraceae		X	X	X	X	X	X	X
Asteraceae	Asteraceae sp1	X						
Asteraceae	Asteraceae sp2 - sp3			X				
Asteraceae	Asteraceae sp4		X					
Asteraceae	Asteraceae sp5			X				
Bignoniaceae				X	X			
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> sp.			X				
Bombacaceae		X		X				
Bombacaceae	Bombacaceae sp1 - sp3	X						
Bombacaceae	Bombacaceae sp4			X				
Boraginaceae				X	X		X	
Boraginaceae	<i>Tournerfortia</i> sp1			X				
Bromeliaceae				X	X	X	X	
Bromeliaceae	Bromeliaceae sp1 - sp2			X				
Burseraceae		X		X				
Burseraceae	Burseraceae sp.	X						
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> cf.			X	X	X	X	X
Cecropiaceae		X		X	X			
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp.				X			
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp1	X						
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp2			X				
Combretaceae	<i>Terminalia</i> sp. cf.			X				
Commelinaceae		X	X					
Commelinaceae	Comelinaceae sp1 - sp3	X						
Commelinaceae	Comelinaceae sp4		X					
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae sp1 - sp2	X						
Cyatheaaceae	<i>Cyathea</i> sp.			X				
Cyperaceae		X	X	X				X
Cyperaceae	Cyperaceae sp1 - sp11	X						
Cyperaceae	Cyperaceae sp12 - sp17			X				
Cyperaceae	Cyperaceae sp18 - sp23		X					
Cyperaceae	Cyperaceae sp24 - sp26			X				
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i>			X				
Dioscoreaceae		X		X				
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae sp1	X						
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae sp2			X				
Elaeocarpaceae	Elaeocarpaceae sp.			X				
Erythroxilaceae	Erythroxilaceae sp.		X					
Euphorbiaceae		X	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	X						
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp1			X				

Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp2		X					
Euphorbiaceae	<i>Cleidion</i> sp. cf.			X				
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp. cf.			X				
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae sp.			X				
Fabaceae		X	X	X	X	X	X	X
Fabaceae	Fabaceae sp1	X						
Fabaceae	Fabaceae sp2			X				
Fabaceae	Fabaceae sp3		X					
Fabaceae	Fabaceae sp4			X				
Hymenophyllaceae	Hymenophyllaceae sp.			X				
Loranthaceae		X					X	X
Loranthaceae	<i>Psittacanthus corynocephalus</i> cf.	X						
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i> sp.			X				
Malpighiaceae		X	X	X	X		X	
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp1	X						
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp2		X					
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp3			X				
Malvaceae		X	X		X	X	X	X
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> cf. (Sterculiaceae)	X						
Malvaceae	Malvaceae sp.		X					
Meliaceae	Meliaceae sp.			X	X			
Mimosaceae				X	X	X	X	X
Mimosaceae	Mimosaceae sp.			X				
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp.			X				
Moraceae		X	X	X	X	X		X
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.				X			X
Moraceae	<i>Ficus</i> sp1	X	X	X				
Moraceae	<i>Ficus</i> sp2	X						
Moraceae	<i>Ficus</i> sp3 - sp4			X				
Moraceae	<i>Ficus</i> sp5		X					
Moraceae	Moraceae sp1 - sp2	X						
Moraceae	Moraceae sp3			X				
Moraceae	Moraceae sp4		X					
Moraceae	Moraceae sp5 - sp6			X				
Myrtaceae	Myrtaceae sp.			X				
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> cf.		X					
Onagraceae		X		X				
Onagraceae	Onagraceae sp1 - sp2			X				
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	X						
Piperaceae		X	X	X	X			X
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.				X			X
Piperaceae	<i>Piper</i> sp1- sp3			X				
Piperaceae	<i>Piper</i> sp4		X					
Piperaceae	<i>Piper</i> sp5 - sp6			X				
Piperaceae	<i>Piper</i> sp7		X					
Piperaceae	<i>Piper</i> sp8			X				
Piperaceae	Piperaceae sp1 - sp3	X						
Piperaceae	Piperaceae sp4		X	X				
Poaceae		X	X	X		X		X
Poaceae	Poaceae sp1	X						
Poaceae	Poaceae sp2 - sp3		X					
Poaceae	Poaceae sp4			X				
Poaceae	Poaceae sp5		X					
Podocarpaceae			X	X				
Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i> sp1			X				
Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i> sp2		X					
Polypodiaceae		X	X	X				
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp1			X				
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp2		X					
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp3			X				
Polypodiaceae	<i>Saccoloma</i> sp. cf.			X				
Polypodiaceae	<i>Thelypteris</i> sp.		X					
Polypodiaceae	Polypodiaceae sp1 - sp3	X						
Polypodiaceae	Polypodiaceae sp4			X				
Pontederiaceae	<i>Eichornia</i> sp. cf.	X						
Rhamnaceae	Rhamnaceae sp.	X			X			
Rubiaceae				X	X	X	X	X
Rubiaceae	Rubiaceae sp1 - sp5			X				
Sapindaceae		X		X	X			

Sapindaceae	<i>Paullinia</i> sp.			X	X			
Sapindaceae	Sapindaceae sp1	X						
Sapindaceae	Sapindaceae sp2 - sp3			X				
Sapotaceae			X	X				
Sapotaceae	Sapotaceae sp1			X				
Sapotaceae	Sapotaceae sp2		X					
Scrophulariaceae	Scrophulariaceae sp.			X		X		
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.			X				
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> cf.	X						
Monocotiledonea	Monocotiledonea sp1			X				
Monocotiledonea	Monocotiledonea sp2		X					
Monocotiledonea	Monocotiledonea sp3			X				
Monolete	Monolete sp1 - sp3			X				
Monolete	Monolete sp4		X					
Trilete	Trilete sp1 - sp60			X				
Trilete	Trilete sp61 - sp66		X					
Trilete	Trilete sp67			X				
Indeterminado	Indeterminado sp1 - sp97	X						
Indeterminado	Indeterminado sp98 - sp156			X				
Indeterminado	Indeterminado sp157 - sp190		X					
Indeterminado	Indeterminado sp191 - sp303			X				
Indeterminado	Indeterminado sp304 - sp339		X					
Indeterminado	Indeterminado sp340 - sp368			X				
Indeterminado	Indeterminado sp369 - sp383		X					
Indeterminado	Indeterminado sp384 - sp385	X						
Indeterminado	Indeterminado sp386		X					

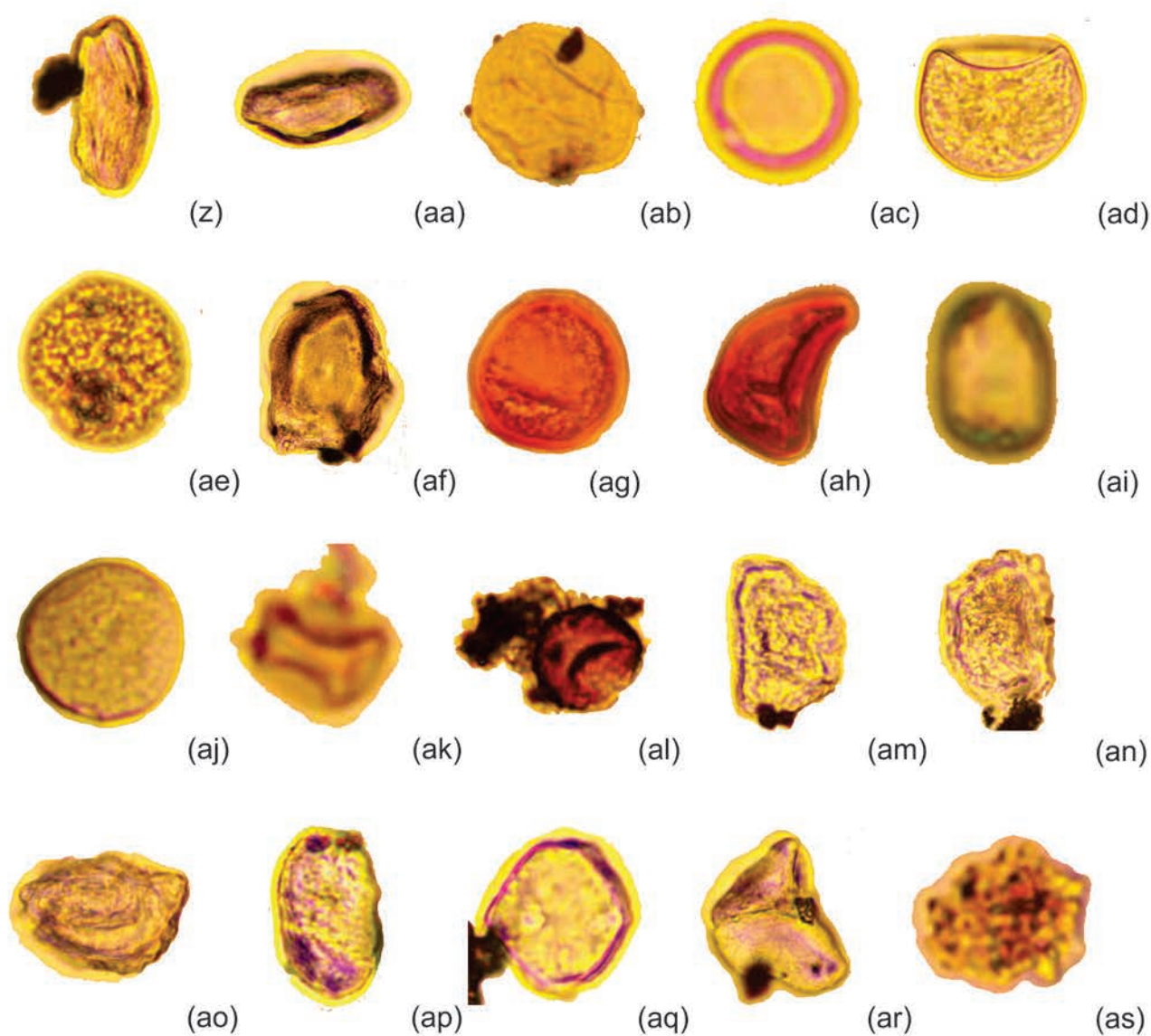
Anexo 9. Atlas del polen fósil de la Formación San Alfonso, Grupo La Venta.



(a) *Acalypha* sp.; (b) Apocynaceae sp1; (c) Arecaceae sp1; (d) Asteraceae sp1; (e) Bombacaceae sp1; (f) Bombacaceae sp2; (g) Bombacaceae sp3; (h) Burseraceae sp. (i) *Cecropia* sp1; (j) Commelinaceae sp1; (k) Commelinaceae sp2; (l) Commelinaceae sp3; (m) Cucurbitaceae sp1; (n) Cucurbitaceae sp2; (o) Cyperaceae sp1; (p) Cyperaceae sp2; (q) Cyperaceae sp3; (r) Cyperaceae sp4; (s) Cyperaceae sp5; (t) Cyperaceae sp6; (u) Cyperaceae sp7; (v) Cyperaceae sp8; (w) Cyperaceae sp9; (x) Cyperaceae sp10; (y) Cyperaceae sp11.

Fotografía: Luz Victoria Correa.

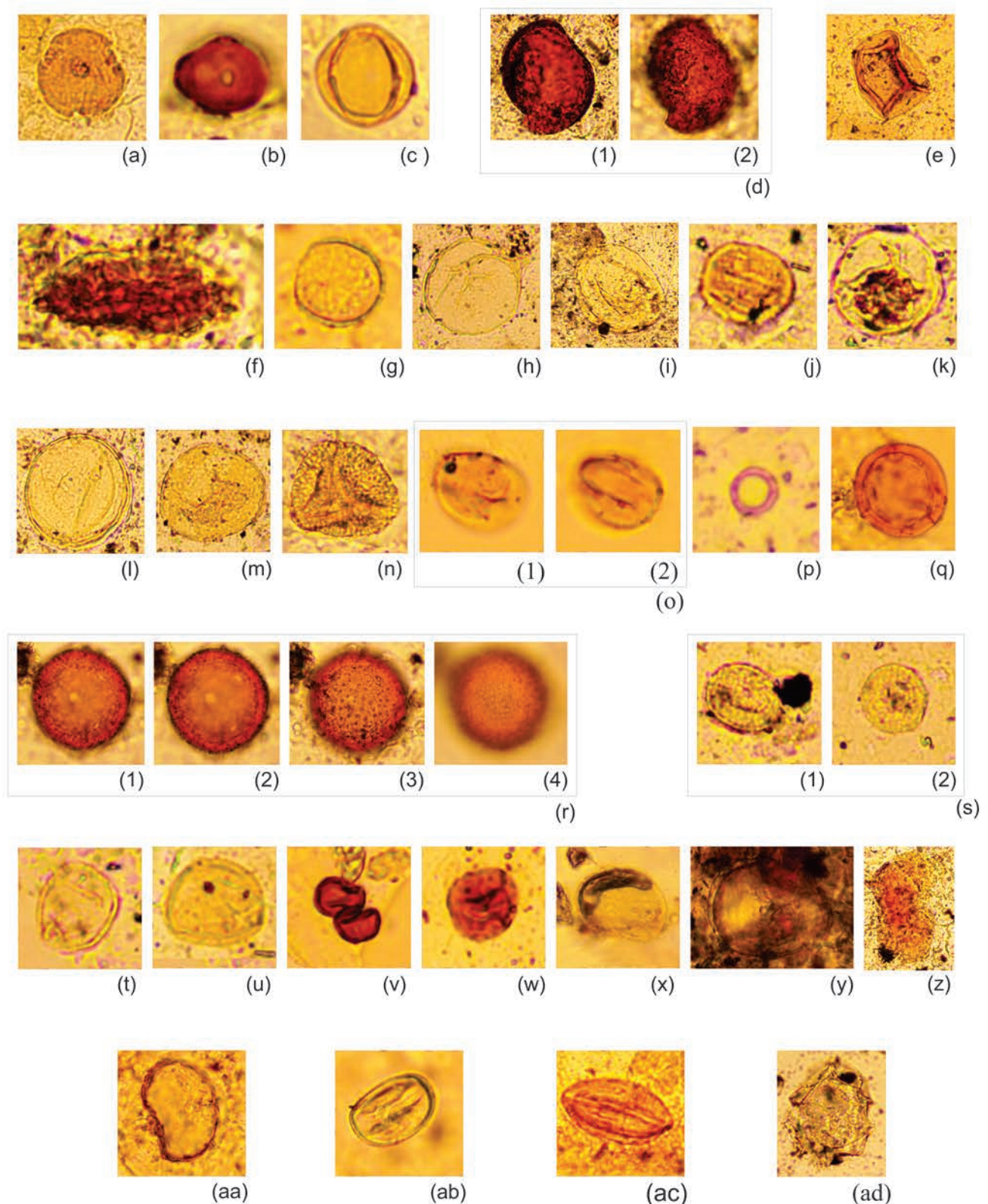
Continuación Anexo 9.



(z) Dioscoreaceae sp1; (aa) *Eichornia* sp. cf.; (ab) Fabaceae sp1; (ac) *Ficus* sp2; (ad) Gramineae sp1; (ae) *Gusmania ulmifolia* cf.; (af) *Ludwigia* sp.; (ag) Malpighiaceae sp1; (ah) Malpighiaceae sp2; (ai) Moraceae sp1; (aj) Moraceae sp2; (ak) *Piper* sp1; (al) *Piper* sp2; (am) Polypodiaceae sp1; (an) Polypodiaceae sp2; (ao) Polypodiaceae sp3; (ap) Rhamnaceae sp.; (aq) Sapindaceae sp1; (ar) *Simaouruba amara*.

Fotografía: Luz Victoria Correa.

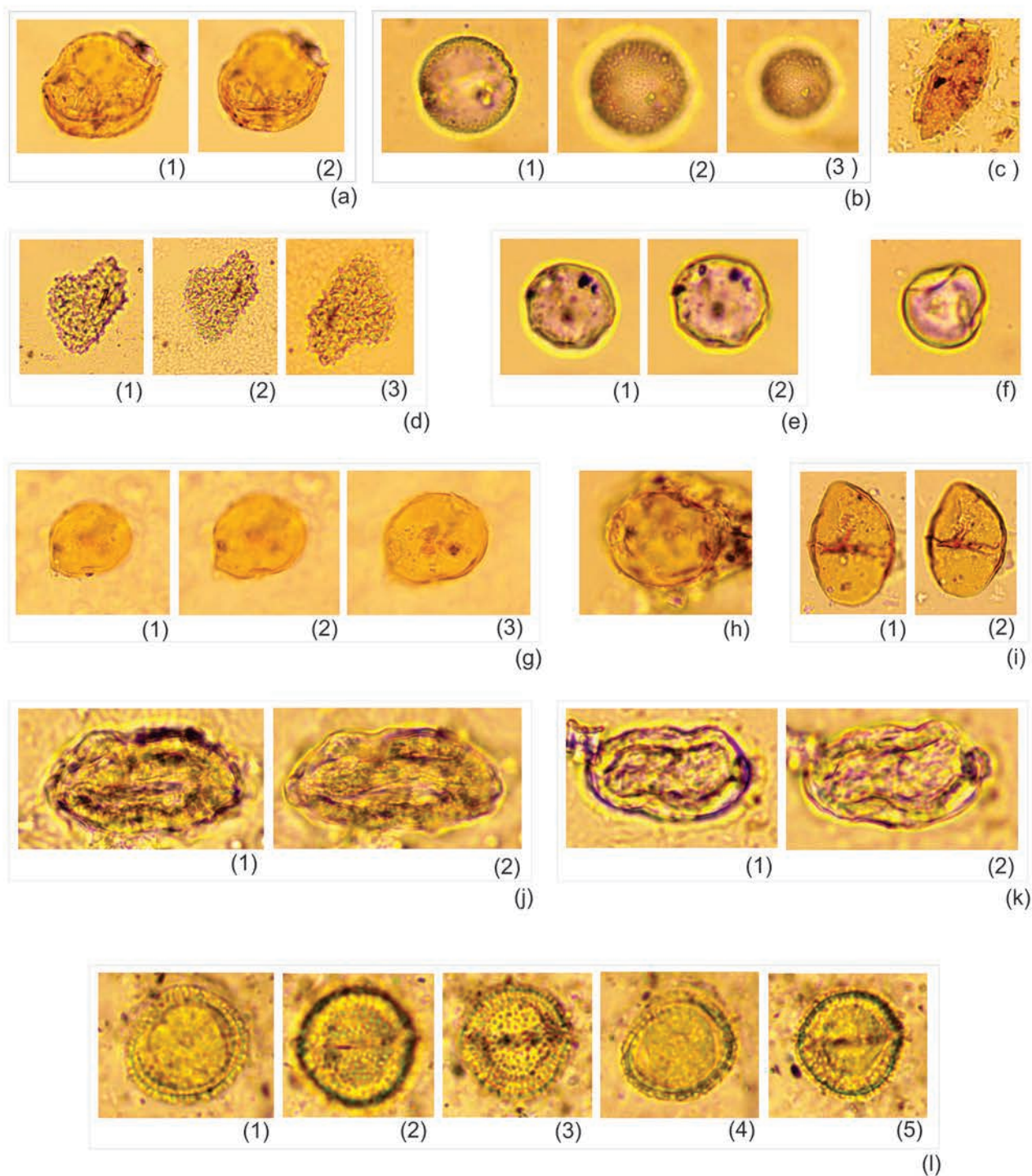
Anexo 10. Atlas del polen fósil de la Formación La Victoria, Grupo La Venta.



(a) *Alchornea* sp2; (b) Apocynaceae sp9; (c) Apocynaceae sp10; (d) Apocynaceae sp11: 1 – 2; (e) Aracauriaceae sp2; (f) Asteraceae sp4; (g) Commelinaceae sp4; (h) Cyperaceae sp18; (i) Cyperaceae sp19; (j) Cyperaceae sp20; (k) Cyperaceae sp21; (l) Cyperaceae sp22; (m) Cyperaceae sp23; (n) Erythroxylaceae sp.; (o) Fabaceae sp3: 1 - 2; (p) *Ficus* sp5; (q) Malpighiaceae sp2; (r) Malvaceae sp: 1 - 4; (s) Monocotiledonea sp2: 1 - 2; (t) Moraceae sp4; (u) *Nymphaea ampla* cf.; (v) *Piper* sp4; (w) *Piper* sp7; (x) Poaceae sp2; (y) Poaceae sp3; (z) *Podocarpus* sp2; (aa) *Polypodium* sp2; (ab) Sapotaceae sp2; (ac) *Spathiphyllum* sp9; (ad) *Thelypteris* sp1.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa

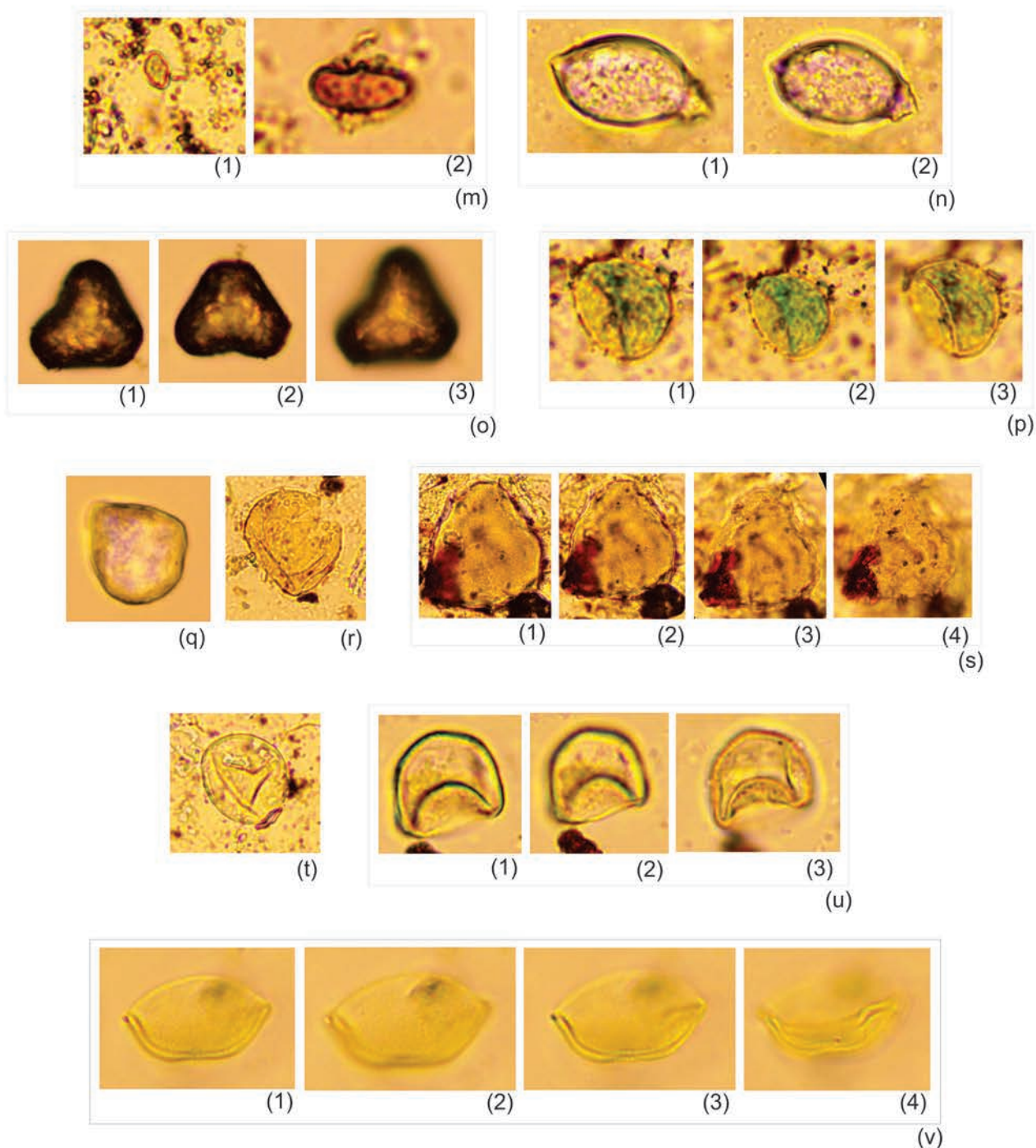
Anexo 11. Atlas del polen fósil de la Formación Villavieja, Grupo La Venta.



(a) *Alchornea* sp1: 1 - 2; (b) *Alismataceae* sp.: 1 - 3; (c) *Annona* sp.; (d) *Annonaceae* sp.: 1- 3; (e) *Apocynaceae* sp2: 1 - 2; (f) *Apocynaceae* sp7; (g) *Apocynaceae* sp8: 1 - 3; (h) *Apocynaceae* sp12; (i) *Araucariaceae* sp1: 1 - 2; (j) *Arecaceae* sp3: 1 - 2; (k) *Arecaceae* sp4: 1 - 2; (l) *Bursera simaruba* cf.: 1 - 5.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

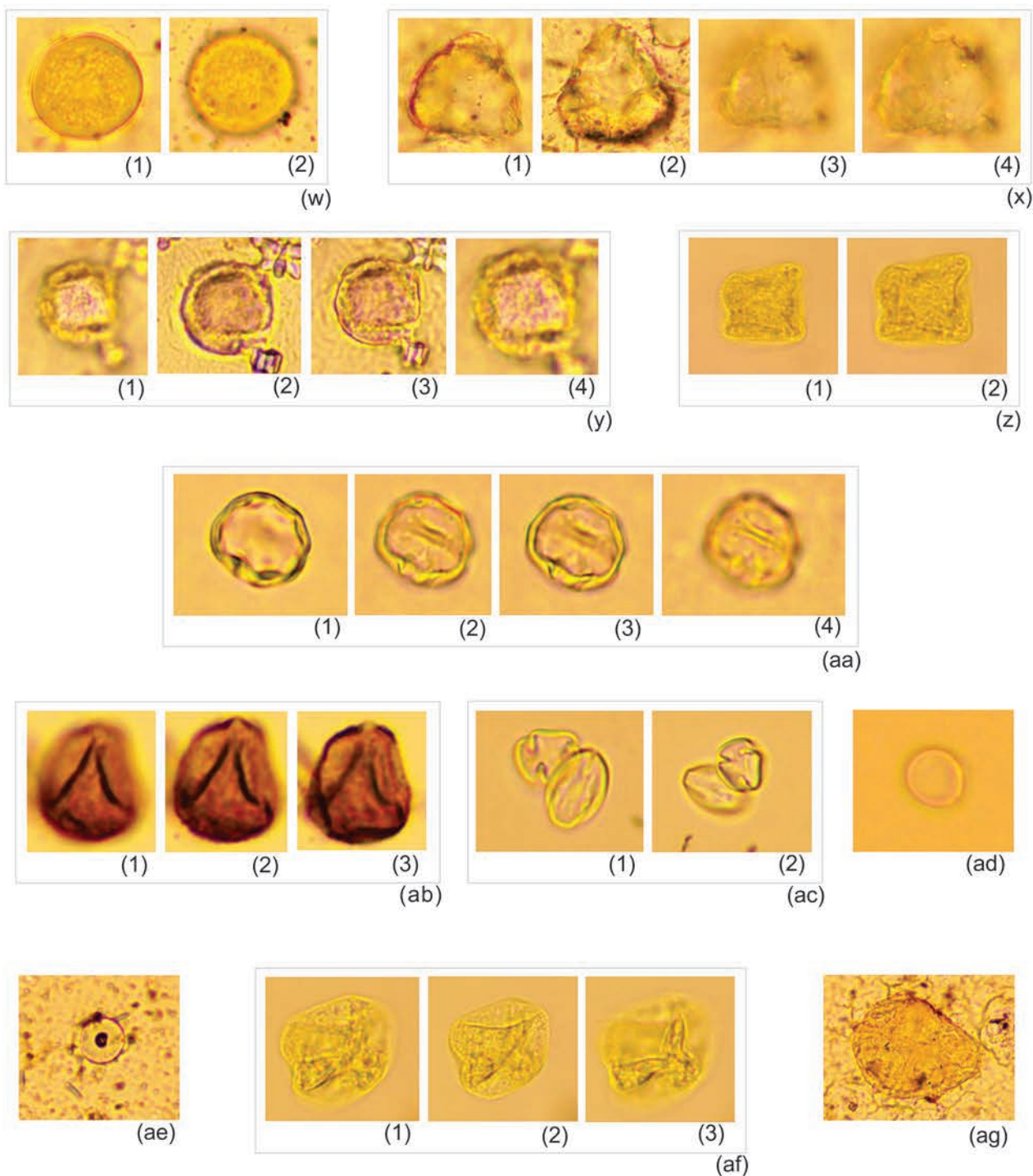
Continuación Anexo 11.



(m) *Cecropia* sp2: 1 - 2; (n) *Cleidon* sp. cf.: 1 - 2; (o) *Cyathea* sp.: 1 - 3; (p) Cyperaceae sp12: 1 - 3; (q) Cyperaceae sp13; (r) Cyperaceae sp14; (s) Cyperaceae sp15: 1 - 4; (t) Cyperaceae sp16; (u) Cyperaceae sp17: 1 - 3; (v) Cyperaceae sp24: 1 - 4.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

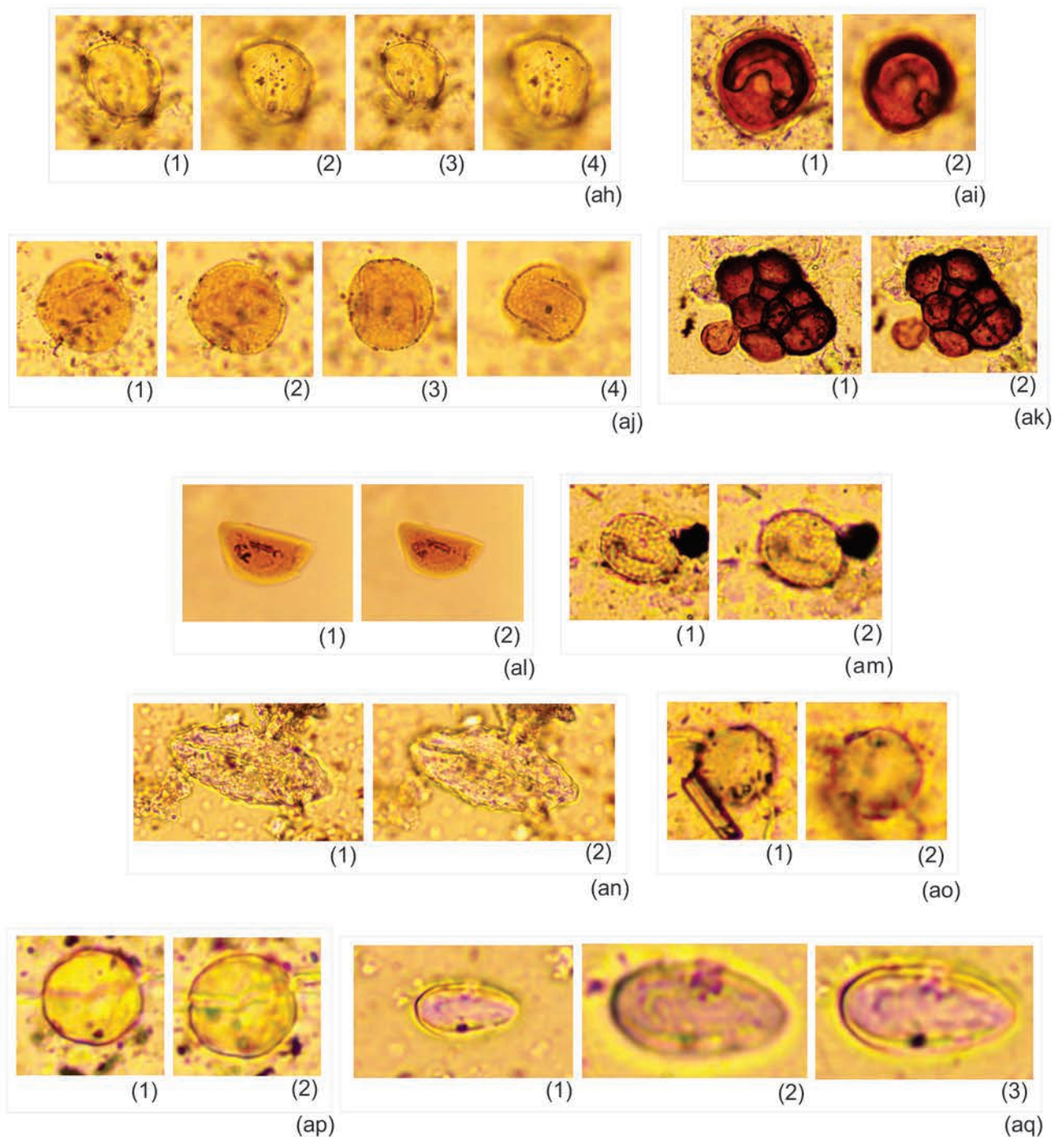
Continuación Anexo 11.



(w) Cyperaceae sp25: 1 - 2; (x) Cyperaceae sp26: 1 - 4; (y) Dioscoreaceae sp2: 1 - 4; (z) Elaeocarpaceae sp.: 1 - 2; (aa) Euphorbiaceae sp.: 1 - 4; (ab) Fabaceae sp2: 1 - 3; (ac) Fabaceae sp4: 1 - 2; (ad) *Ficus* sp3; (ae) *Ficus* sp4; (af) Hymenophyllaceae sp.: 1 - 3; (ag) *Inga* sp.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

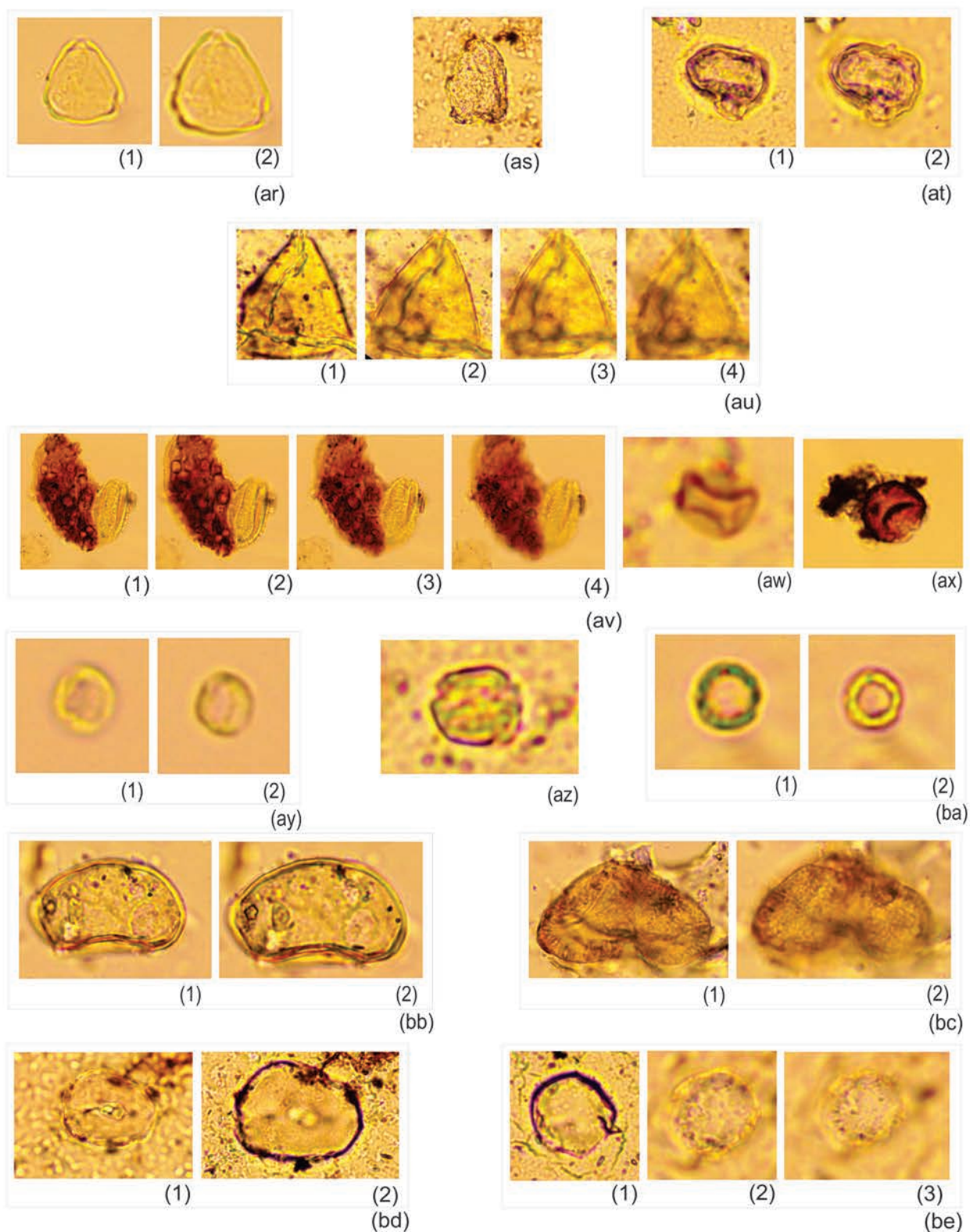
Continuación Anexo 11.



(ah) *Mabea* sp. cf.: 1 - 4; (ai) Malpighiaceae sp3: 1- 2; (aj) Meliaceae sp.: 1 - 4; (ak) Mimosaceae sp.: 1 - 2; (al) Monocotiledonea sp1: 1 - 2; (am) Monocotiledonea sp2: 1 - 2; (an) Monocotiledonea sp3: 1 - 2; (ao) Moraceae sp3: 1 - 2; (ap) Moraceae sp5: 1 - 2; (aq) Moraceae sp6: 1 - 3.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

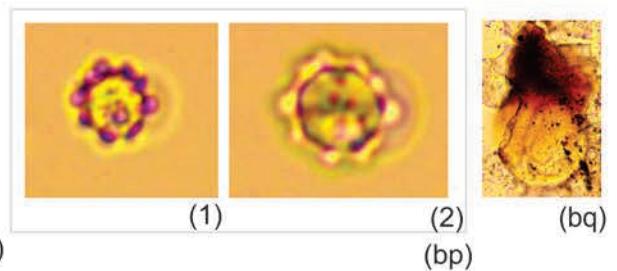
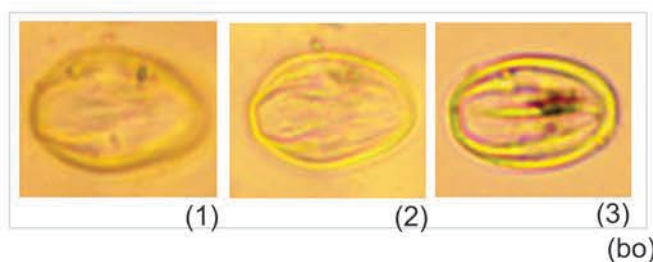
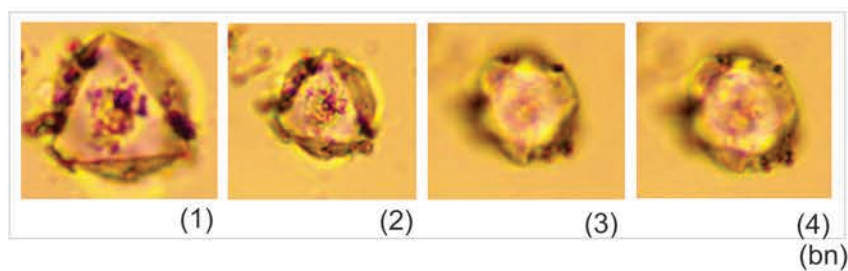
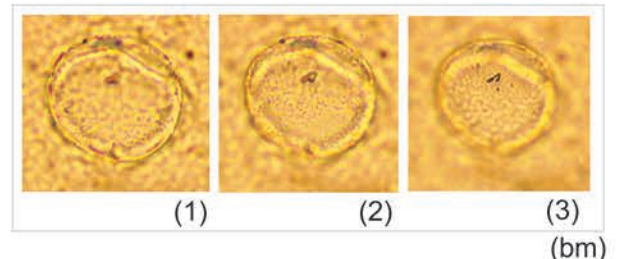
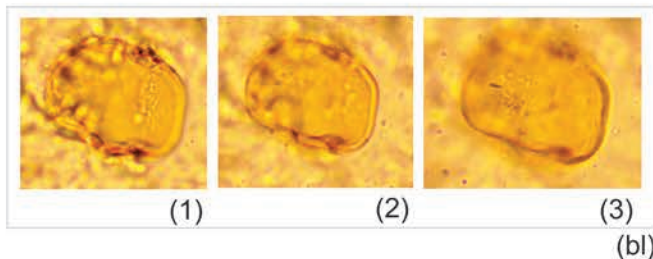
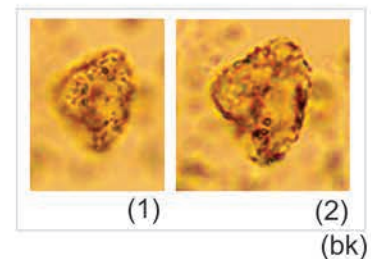
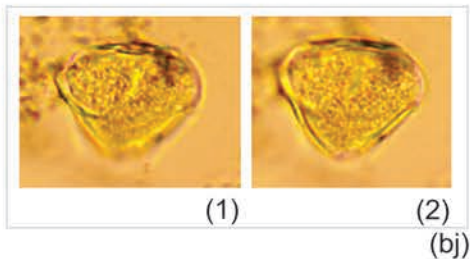
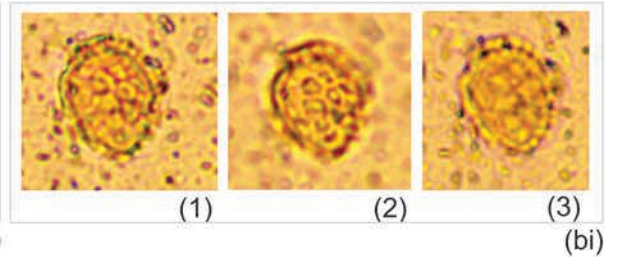
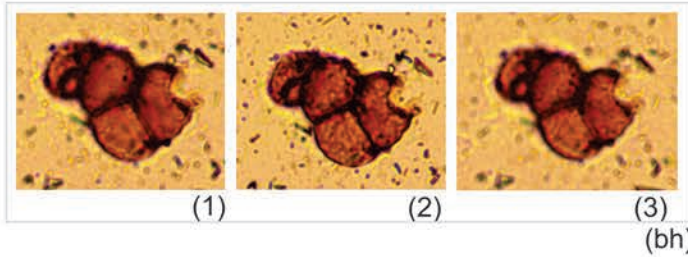
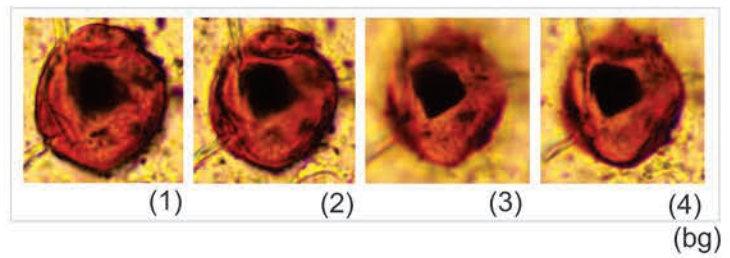
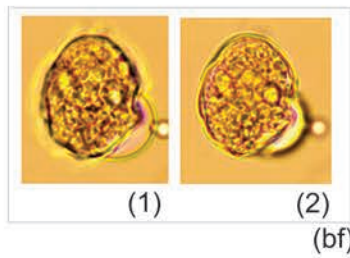
Continuación Anexo 11.



(ar) Myrtaceae sp.: 1 - 2; (as) Onagraceae sp1; (at) Onagraceae sp2: 1 - 2; (au) *Paullinia* sp.: 1 - 4; (av) *Philodendron* sp.: 1 - 4; (aw) *Piper* sp1; (ax) *Piper* sp3; (ay) *Piper* sp5: 1 - 2; (az) *Piper* sp6; (ba) *Piper* sp8: 1 - 2; (bb) Poaceae sp4: 1 - 2; (bc) *Podocarpus* sp1: 1 - 2; (bd) *Rhynchospora cephalotes*: 1 - 2; (be) Rubiaceae sp1: 1 - 3.

Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

Continuación Anexo 11.



(bf) Rubiaceae sp2: 1 - 2; (bg) Rubiaceae sp3: 1 - 4; (bh) Rubiaceae sp4: 1 - 3; (bi) Rubiaceae sp5: 1 - 3; (bj) Sapindaceae sp2: 1 - 2; (bk) Sapindaceae sp3: 1 - 2; (bl) Sapotaceae sp1: 1 - 3; (bm) Scrophulariaceae sp.: 1 - 3; (bn) *Selaginella* sp.: 1 - 4; (bo) *Terminalia* sp. cf.: 1 - 3; (bp) *Tournefortia* sp.: 1-2; (bq) *Tumbergia erecta*.

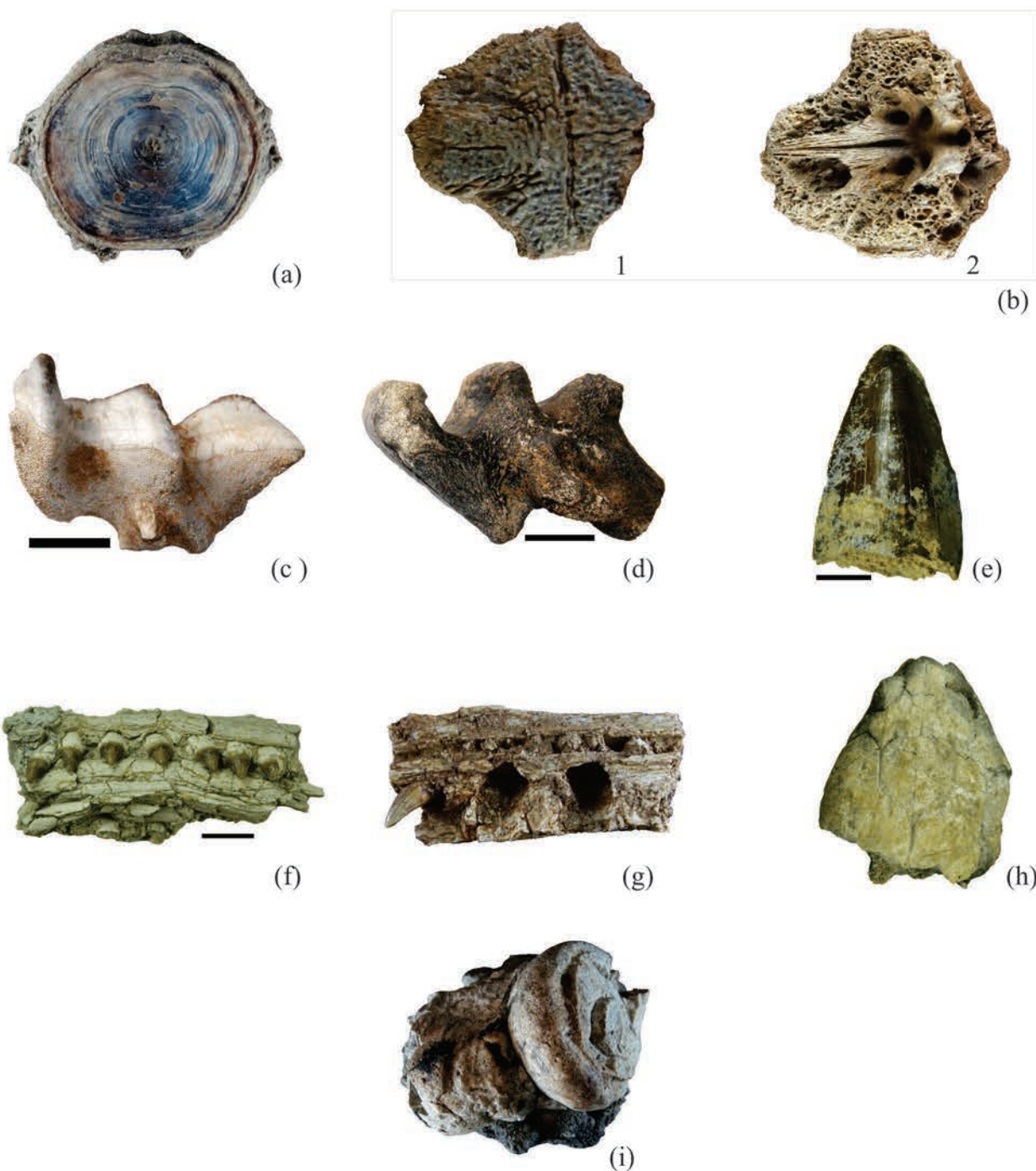
Fotógrafo: Luz Victoria Correa.

Anexo 12. Lista de mamíferos fósiles del Grupo La Venta registrados en la presente investigación y en literatura.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	TAXONES	San Alfonso	La Victoria	Cerbatana	Villavieja	Las Mesitas
Total			122	6	72	44	103	12
Primates			19	0	6	0	13	0
Primates	Atelidae	<i>Stirtonia</i>	<i>Stirtonia tatacoensis</i>				X	
	Atelidae	<i>Stirtonia</i>	<i>Stirtonia victoriae</i>		X			
	Cebidae		KU 9-86A				X	
	Cebidae	Callitrichinae	IGM-KU 8402				X	
	Cebidae	Callitrichinae	IGM-KU 8403				X	
	Cebidae	<i>Laventiana</i>	<i>Laventiana annectens</i>				X	
	Cebidae	<i>Micodon</i>	<i>Micodon kiotensis</i>				X	
	Cebidae	<i>Mohanamico</i>	<i>Mohanamico herskovitzi</i>				X	
	Cebidae	<i>Neosaimiri</i>	<i>Neosaimiri fieldsi</i>				X	
	Cebidae	<i>Patasola</i>	<i>Patasola magdalenae</i>		X ?			
	Pitheciidae	<i>Aotus</i>	<i>Aotus dindensis</i>				X	
	Pitheciidae	<i>Aotus</i>	<i>Aotus dindensis cf.</i>				X	
	Pitheciidae	<i>Cebupithecia</i>	<i>Cebupithecia sarmientoi</i>				X	
	Pitheciidae	<i>Lagonimico</i>	<i>Lagonimico conclucatus</i>		X			
	Pitheciidae	<i>Miocallicebus</i>	<i>Miocallicebus villaviejai</i>		X			
	Pitheciidae	<i>Nuciraptor</i>	<i>Nuciraptor rubricae</i>				X	
	Pitheciidae	<i>Nuciraptor cf.</i>	IGM-KU 8602		X			
	Pitheciidae	<i>Nuciraptor cf.</i>	IGM 184074				X	
	Pitheciidae	<i>Nuciraptor cf.</i>	IGM 184667		X			
Astrapotheria			6	1	2	2	6	1
Astrapotheria			sp.				X	
	Astrapotheriidae		sp.	X			X	
	Astrapotheriidae	<i>Granastrapotherium</i>	sp.				X	
	Astrapotheriidae	<i>Granastrapotherium</i>	<i>Granastrapotherium snorki</i>		X	X	X	
	Astrapotheriidae	<i>Xenastrapotherium</i>	sp.				X	
	Astrapotheriidae	<i>Xenastrapotherium</i>	<i>Xenastrapotherium kraglievichi</i>		X	X	X	X
Chiroptera			13	0	1	0	13	0
Chiroptera			sp.		X		X	
	Emballonuridae		sp.				X	
	Emballonuridae	<i>Diclidurus</i>	sp.				X	
	Noctilionidae	<i>Noctilio</i>	<i>Noctilio albiventris</i>				X	
	Phyllostomatidae	<i>Tontia/Lophostoma</i>	sp.				X	
	Phyllostomatidae	<i>Notomycteris</i>	<i>Notomycteris magdalenensis</i>				X	
	Phyllostomatidae	<i>Notomycteris</i>	<i>Notomycteris sucharadeus</i>				X	
	Phyllostomatidae	<i>Palynephyllum</i>	<i>Palynephyllum antimaster</i>				X	
	Thyropteridae	<i>Thyroptera</i>	<i>Thyroptera lavalii</i>				X	
	Thyropteridae	<i>Thyroptera</i>	<i>Thyroptera robusta</i>				X	
	Thyropteridae	<i>Thyroptera</i>	<i>Thyroptera tricolor</i>				X	
	Molossidae		sp.				X	
	Molossidae	<i>Kiotomops</i>	<i>Kiotomops lopezi</i>				X	
Cingulata			16	1	16	12	14	0
Cingulata			sp.		X	X	X	
	Dasypodidae		sp.		X	X	X	
	Dasypodidae	<i>Anadasypus</i>	<i>Anadasypus hondanus</i>		X	X	X	
	Dasypodidae	<i>Nanoastegotherium</i>	sp.	X	X	X		
	Dasypodidae	<i>Nanoastegotherium</i>	<i>Nanoastegotherium prostaticum</i>		X	X	X	
	Dasypodidae	<i>Pedrolypeutes</i>	sp.		X		X	
	Dasypodidae	<i>Pedrolypeutes</i>	<i>Pedrolypeutes praecursor</i>		X	X	X	
	Glyptodontidae		sp.		X		X	
	Glyptodontidae	<i>Boreostemma</i>	sp.		X	X	X	
	Glyptodontidae	<i>Boreostemma</i>	<i>Boreostemma acostae</i>		X	X	X	
	Glyptodontidae	<i>Boreostemma</i>	<i>Boreostemma gigantea</i>		X	X	X	
	Glyptodontidae	<i>Neoglyptatelus</i>	sp.		X			
	Glyptodontidae	<i>Neoglyptatelus</i>	<i>Neoglyptatelus originalis</i>		X	X	X	
	Pampatheriidae		sp.		X		X	
	Pampatheriidae	<i>Scirrotherium</i>	sp.		X	X	X	
	Pampatheriidae	<i>Scirrotherium</i>	<i>Scirrotherium hondaensis</i>		X	X	X	

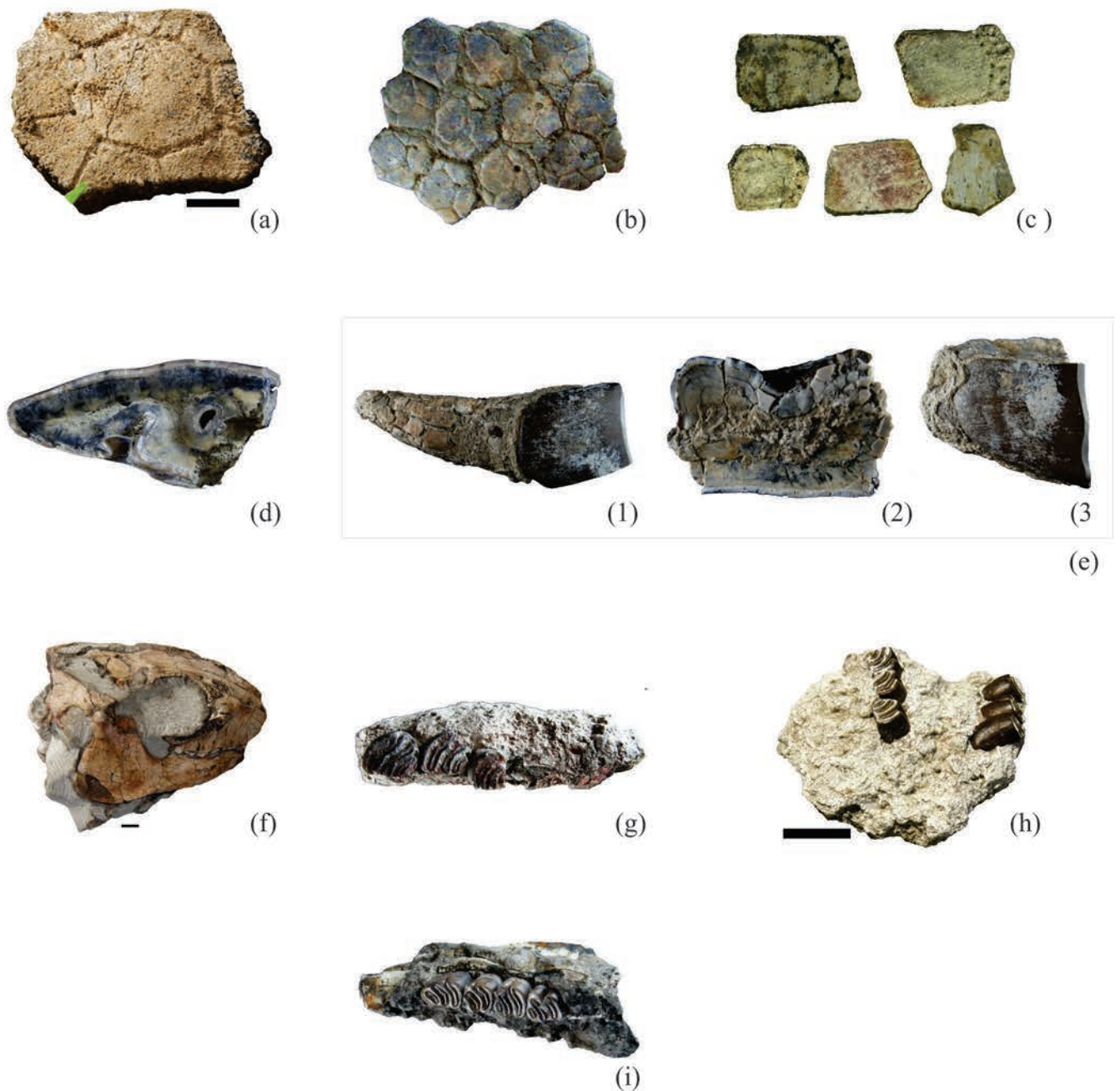
Didelphimorphia				9	0	2	2	9	0
Didelphimorphia	Didelphidae		sp.					X	
	Didelphidae	<i>Marmosa</i>	sp.					X	
	Didelphidae	<i>Marmosa</i>	<i>Marmosa laventica</i>					X	
	Didelphidae	<i>Micoureus</i>	sp.					X	
	Didelphidae	<i>Micoureus</i>	<i>Micoureus laventicus</i>			X	X	X	
	Didelphidae	<i>Pachybiotherium</i>	<i>Pachybiotherium minor</i>					X	
	Didelphidae	<i>Thylamys</i>	<i>Thylamys colombianus</i>					X	
	Didelphidae	<i>Thylamys</i>	<i>Thylamys minutus</i>					X	
	Hondadelphidae	<i>Hondadelphys</i>	<i>Hondadelphys fieldsi</i>			X	X	X	
Litopterna				10	0	9	4	7	1
Litopterna			sp.			X		X	
	Macraucheniiidae	<i>Theosodon</i>	sp.			X	X	X	
	Proterotheriidae		sp.			X			
	Proterotheriidae		<i>Megadolodus molariformes</i>			X	X	X	
	Proterotheriidae	<i>Prolicaphrium</i>	sp.			X		X	X
	Proterotheriidae	<i>Prolicaphrium</i>	<i>Prolicaphrium sanalfonsensis</i>			X	X	X	
	Proterotheriidae	<i>Prothoatherium</i>	sp.					X	
	Proterotheriidae	<i>Prothoatherium</i>	<i>Prothoatherium colombianus</i>			X	X	X	
	Proterotheriidae	<i>Villarroelia</i>	sp.			X			
	Proterotheriidae	<i>Villarroelia</i>	<i>Villarroelia totoyoi</i>			X			
Notoungulata				13	4	12	11	13	4
Notoungulata			sp.		X	X	X	X	
	Leontiniidae		sp.		X	X	X	X	
	Leontiniidae	<i>Huilatherium</i>	sp.			X		X	
	Leontiniidae	<i>Huilatherium</i>	sp1			X	X	X	
	Leontiniidae	<i>Huilatherium</i>	sp2				X	X	
	Leontiniidae	<i>Huilatherium</i>	<i>Huilatherium pluripicatum</i>			X	X	X	
	Toxodontidae		sp.		X	X		X	X
	Toxodontidae	<i>Pericotoxodon</i>	sp.			X	X	X	
	Toxodontidae	<i>Pericotoxodon</i>	sp1		X	X	X	X	X
	Toxodontidae	<i>Pericotoxodon</i>	sp2			X	X	X	
	Toxodontidae	<i>Pericotoxodon</i>	<i>Pericotoxodon platignatus</i>			X	X	X	X
	Interatheriidae	<i>Miocochilius</i>	sp.			X	X	X	
	Interatheriidae	<i>Miocochilius</i>	<i>Miocochilius anomopodus</i>			X	X	X	X
Paucituberculata				2	0	1	0	1	0
Paucituberculata	Abderitidae	<i>Pithiculites</i>	<i>Pithiculites chenche</i>			X			
	Paleonthentidae	<i>Hondathentes</i>	<i>Hondathentes cazador</i>					X	
Pilosa				11	0	7	4	9	0
Pilosa			sp.			X		X	
	Megalonychidae		sp.					X	
	Mylodontidae		sp.				X		
	Mylodontidae	<i>Brievabradys</i>	<i>Brievabradys laventensis</i>			X			
	Mylodontidae	<i>Glossotheriopsis</i>	sp.					X	
	Mylodontidae	<i>Glossotheriopsis</i>	<i>Glossotheriopsis pascuali</i>			X	X	X	
	Mylodontidae	<i>Neonematherium</i>	sp.			X		X	
	Mylodontidae	<i>Neonematherium</i>	<i>Neonematherium flabellatum</i>			X	X	X	
	Mylodontidae	<i>Pseudoprepotherium</i>	<i>Pseudoprepotherium confusum</i>			X	X	X	
	Nothrotheriidae		sp.			X		X	
	Myrmecophagidae	<i>Neotamandua</i>	<i>Neotamandua borealis</i>					X	

Rodentia				18	0	12	7	15	5
Rodentia			sp.			X	X	X	
	Caviidae	<i>Prodolichotis</i>	sp.			X			
	Caviidae	<i>Prodolichotis</i>	<i>Prodolichotis pridiana</i>			X	X	X	X
	Caviidae	<i>Rhodanodolichotis</i>	<i>Rhodanodolichotis antepidiana</i>					X	
	Dasyproctidae	<i>Microscleromys</i>	<i>Microscleromys paradorsalis</i>					X	X
	Dasyproctidae	<i>Neoreomys</i>	<i>Neoreomys huilensis</i>			X	X	X	
	Dinomyidae		sp.					X	
	Dinomyidae	<i>Olenopsis</i>	sp1			X		X	
	Dinomyidae	<i>Olenopsis</i>	sp2			X	X	X	X
	Dinomyidae	<i>Olenopsis</i>	sp3			X	X	X	
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	sp.					X	
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	sp1			X	X		
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	sp2			X	X	X	
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	sp3			X			
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	<i>Scleromys colombianus</i>			X		X	X
	Dinomyidae	<i>Scleromys</i>	<i>Scleromys schürmanni</i>			X		X	
	Erethizontidae	<i>Microsteiromys</i>	<i>Microsteiromys jacobsi</i>					X	
	Erethizontidae	<i>Ricardomys</i>	<i>Ricardomys longiden</i>					X	X
Sirenia				2	0	2	1	2	0
Sirenia	Trichechidae	<i>Potamosiren</i>	sp.			X		X	
	Trichechidae	<i>Potamosiren</i>	<i>Potamosiren magdalenensis</i>			X	X	X	
Sparassodonta				3	0	2	1	1	1
Sparassodonta	Prothylacynidae	<i>Dukecynus</i>	<i>Dukecynus magnus</i>						X
	Prothylacynidae	<i>Lycopsis</i>	<i>Lycopsis longirostris</i>			X	X	X	
	Thylacosmilidae	<i>Anachlysictis</i>	<i>Anachlysictis gracilis</i>			X			



(a) Actinopterygii, YMS-P 021, F. La Victoria; (b) *Phractocephalus* (Actinopterygii), YMS-P 052, F. Villavieja 1-2; (c) *Lepidosiren* (Sarcopterygii), YMS-P 315, F. La Victoria; (d) *Lepidosiren* (Sarcopterygii), YMS-P 316, F. Cerbatana; (e) *Purussaurus* (Alligatoridae: Crocodylia), YMS-P 057, F. Villavieja; (f) *Gavialis* (Gavialidae: Crocodylia), YMS-P 366, F. La Victoria; (g) *Gavialis* (Gavialidae: Crocodylia), YMS-P 1310, F. Villavieja; (h) Podocnemidae (Testudines), YMS-P 367, F. Villavieja; (i) Coprolito, YMS-P 471, F. La Victoria.

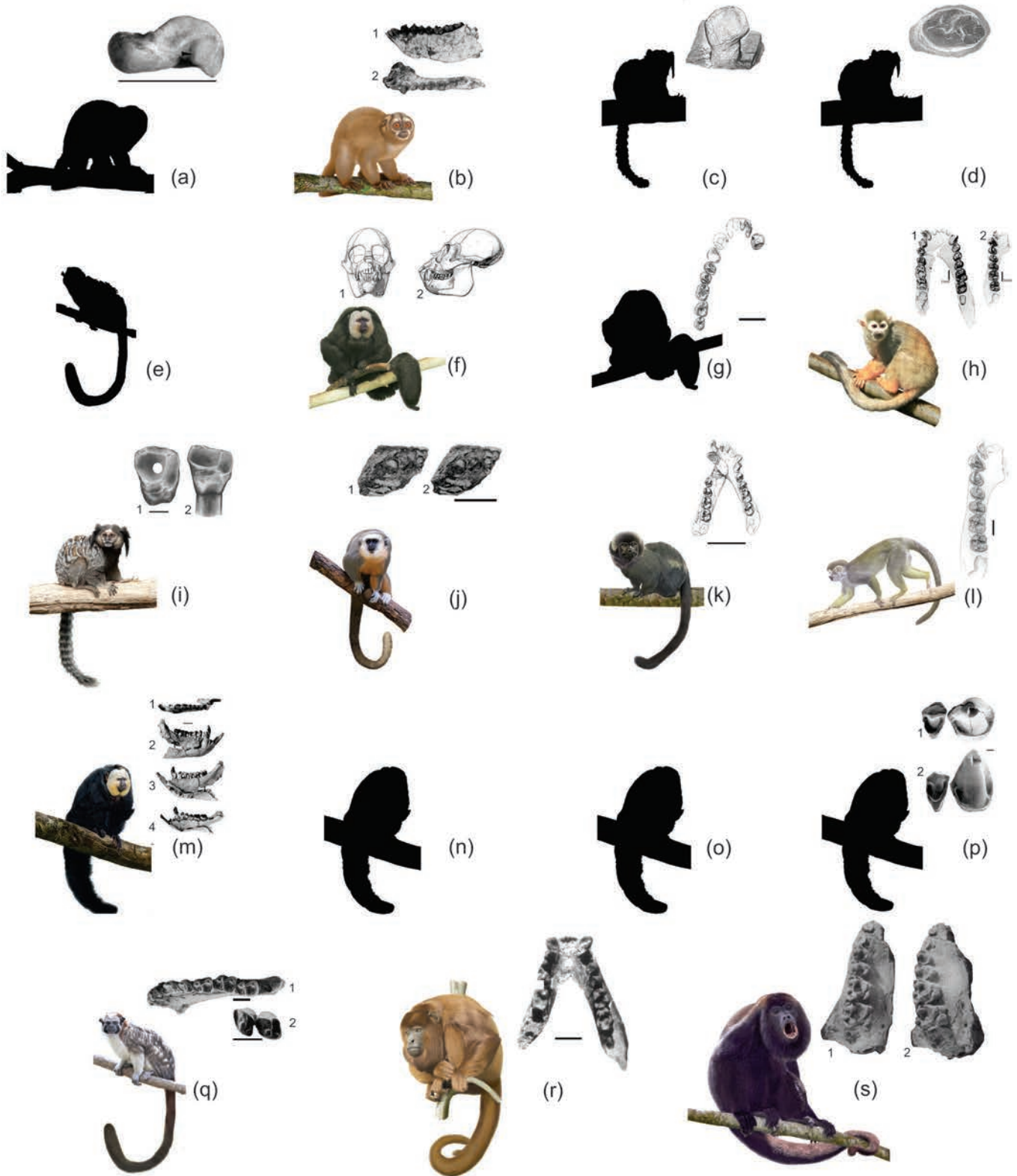
Fotógrafo: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).



Cingulata: (a) *Boreostema gigantea* (Glyptodontidae), YMS-P 364, F. La Victoria; (b) *Neoglyptatelus* (Glyptodontidae), YMS-P 954, F. La Victoria (c) *Scirrotherium* (Pampatheriidae), YMSP-P 363, F. Cerbatana; **Notoungulata:** (d) *Huilatherium* (Leontiniidae), YMS-P 1439, F. Cerbatana; (e) *Pericotoxodon* (Toxodontidae), YMS-P 444, F. La Victoria; (f) *Miocochilius* (Interatheridae), YMS-P 001, F. La Victoria; **Rodentia:** (g) *Olenopsis* (Dinomyidae), YMS-P 973, F. Cerbatana; (h) *Scleromys* (Dinomyidae), YMS-P 711, F. La Victoria; (i) *Scleromys* (Dinomyidae), YMS-P 1019, F. Cerbatana.

Fotógrafo: Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Mamíferos Neotropicales (EEMN).

Anexo 15. Primates fósiles del Grupo La Venta.



(a) *Aotus cf. dindensis*, registro fósil IGM-KU 8802, astrágalo (Gebo *et al.* 1990, P: 739); (b) *Aotus dindensis*, (1) registro fósil IGM-KU 8601, (2) fragmento mandibular izquierdo (Setoguchi & Rosenberg 1987, P: 692); (c) Callitrichinae, registro fósil IGM-KU 8402, l1 derecho vista lingual (Setoguchi & Rosenberg 1985, P: 620); (d) Callitrichinae, registro fósil IGM-KU 8403, P4 izquierdo vista oclusal (Setoguchi & Rosenberg 1985, P: 620); (e) Cebidae, vista lateral KU 9-86A (Setoguchi & Rosenberg 1985); (f) *Cebupithecia sarmientoi*, registro fósil UCMP 38762, cráneo (1) vista frontal, (2) vista lateral (Stirton & Savage 1951, P: 359); (g) *Lagonimico conclucatus*, (1) registro fósil IGM 184531, (2) fragmento mandibular izquierdo (Kay 1994, P: 340); (h) *Laventiana annectens*: (1) mandíbula, vista oclusal del registro fósil IGM-KU 8801a, (2) mandíbula, rama derecha, vista oclusal del registro fósil UCMP 39205; (i) *Micodon kiotensis*, registro fósil IGM-KU 8401, (1) M1 izquierdo vista oclusal, (2) vista labial (Setoguchi & Rosenberg 1985, P: 618); (j) *Miocallicebus villaviejai*, registro fósil IGM-KU 97001: (1) M2 fragmento maxilar derecho, (2) fragmento de M1 y M3 (Takai *et al.* 2001, P: 293); (k) *Mohanamico hershkovitzi*, registro fósil IGM 181500, mandíbula (Luchterhand *et al.* 1986, P: 1755); (l) *Neosaimiri fieldsi*, registro fósil UCMP 39205, fragmento mandíbula izquierda (Takai 1993, P: 333); (m) *Nuciraptor rubricae*, registro fósil IGM 251074, fragmento mandibular derecho (1) vista oclusal, (2) vista bucal, (3) vista lingual, (4) vista ocluso-lingual (Meldrum & Kay 1997, P: 411); (n) cf. *Nuciraptor*, registro fósil IGM 184074 (Ford *et al.* 1991, P: 73); (o) cf. *Nuciraptor*, registro fósil IGM 184667 (Meldrum & Kay 1997, P: 418); (p) cf. *Nuciraptor*, registro fósil IGM KU 8602, canino y P2: (1) vista oclusal, (2) vista lingual (Meldrum & Kay 1997, P: 419); (q) *Patasola magdalenae*, registro fósil IGM 184332: (1) fragmento mandibular derecho, (2) P3-P4 (Kay & Meldrum 1997, P: 443); (r) *Stirtonia tatacoensis*, (1) registro fósil UCMP 38989, (2) mandíbula (Hershkovitz 1984, P: 273); (s) *Stirtonia victoriae*, registro fósil DU-IGM 85-400, fragmento de maxila derecha (Kay *et al.* 1987, P: 180).

Ilustraciones: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 16. Paleohábitat, Formación San Alfonso, Grupo La Venta.

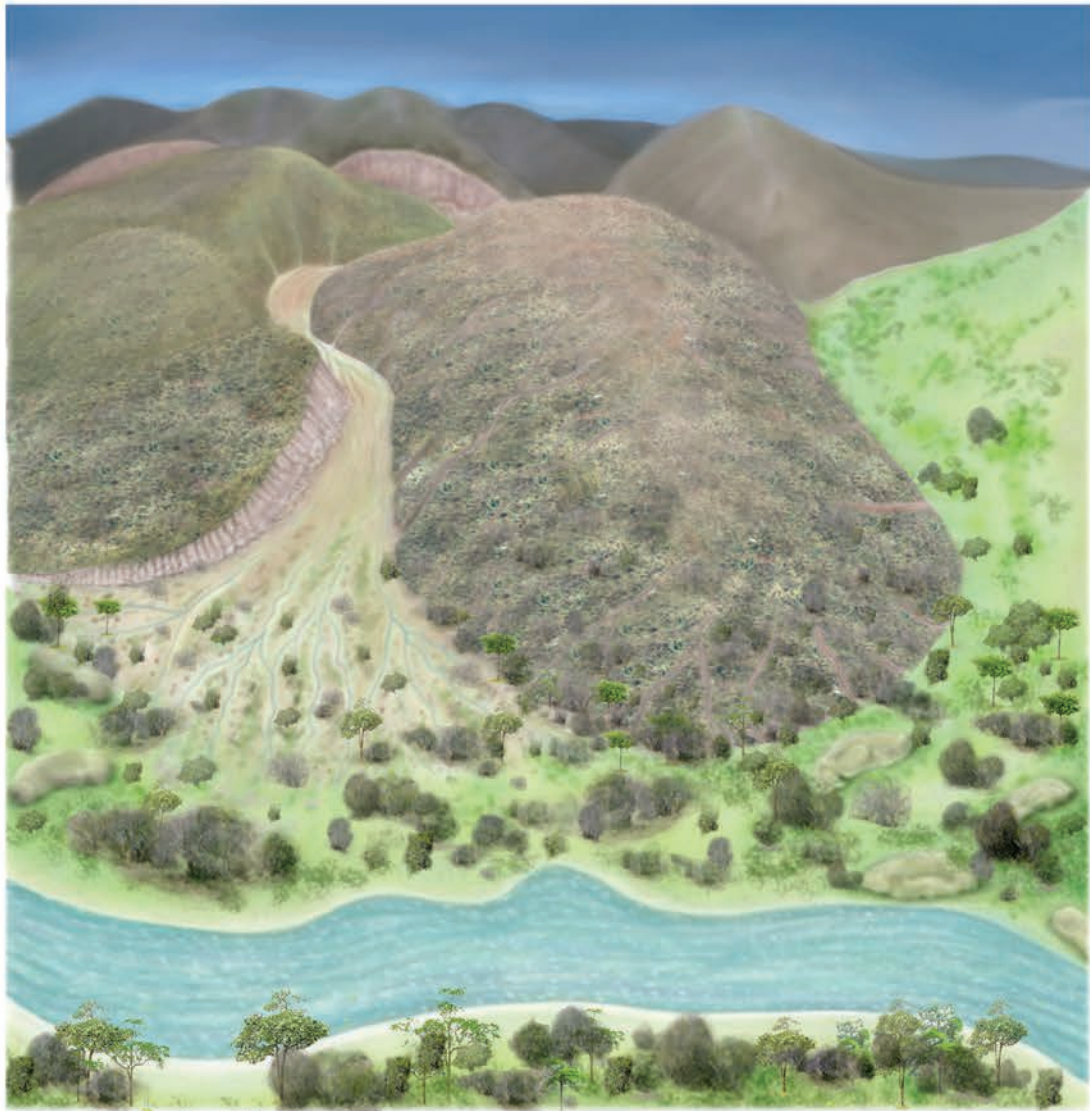


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 17. Paleohábitat, Formación La Victoria, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 18. Paleohábitat, Formación Cerbatana, Grupo La Venta.

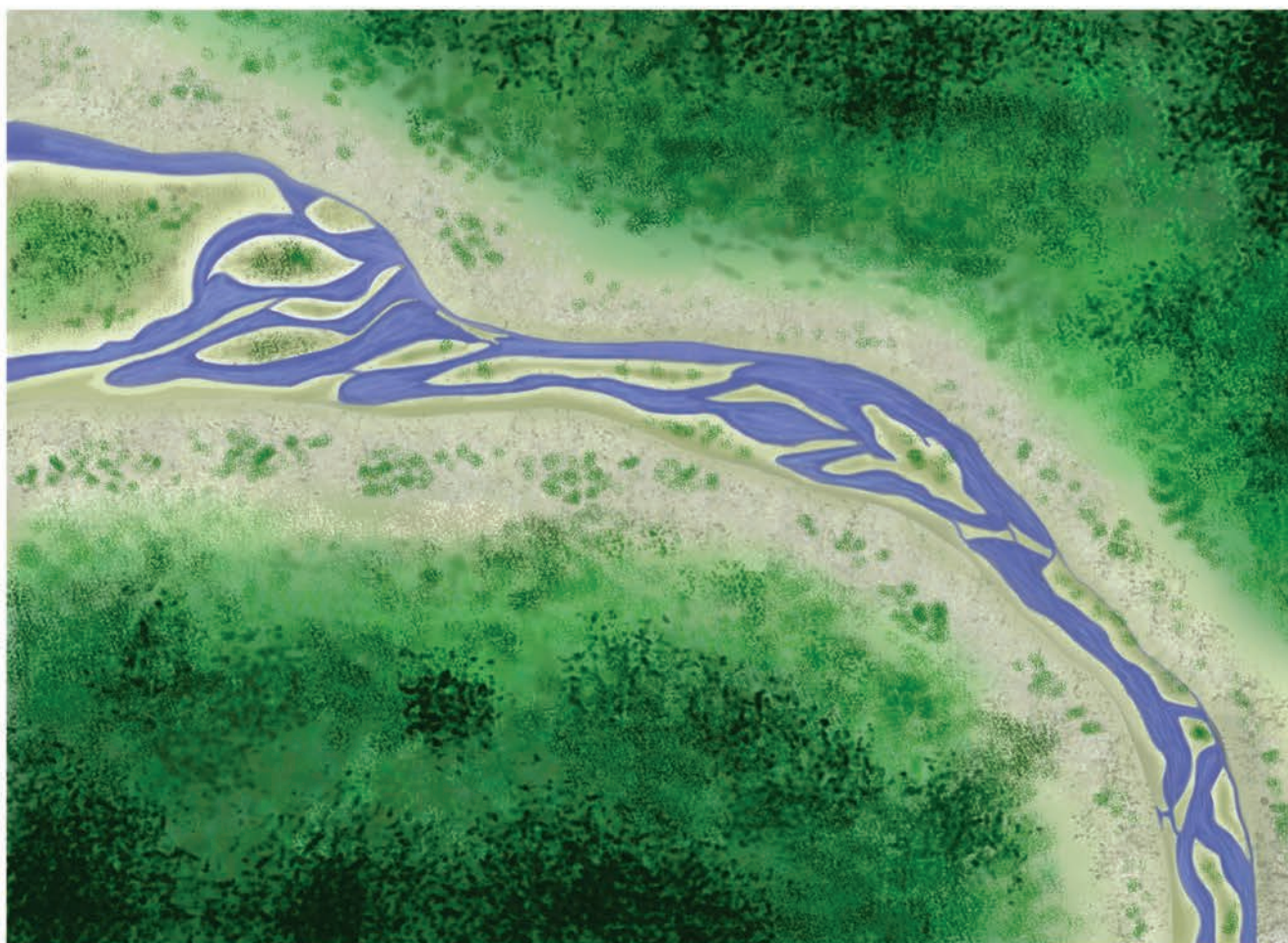


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 19. Paleohábitat, Formación Villavieja, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 20. Paleohábitat, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.

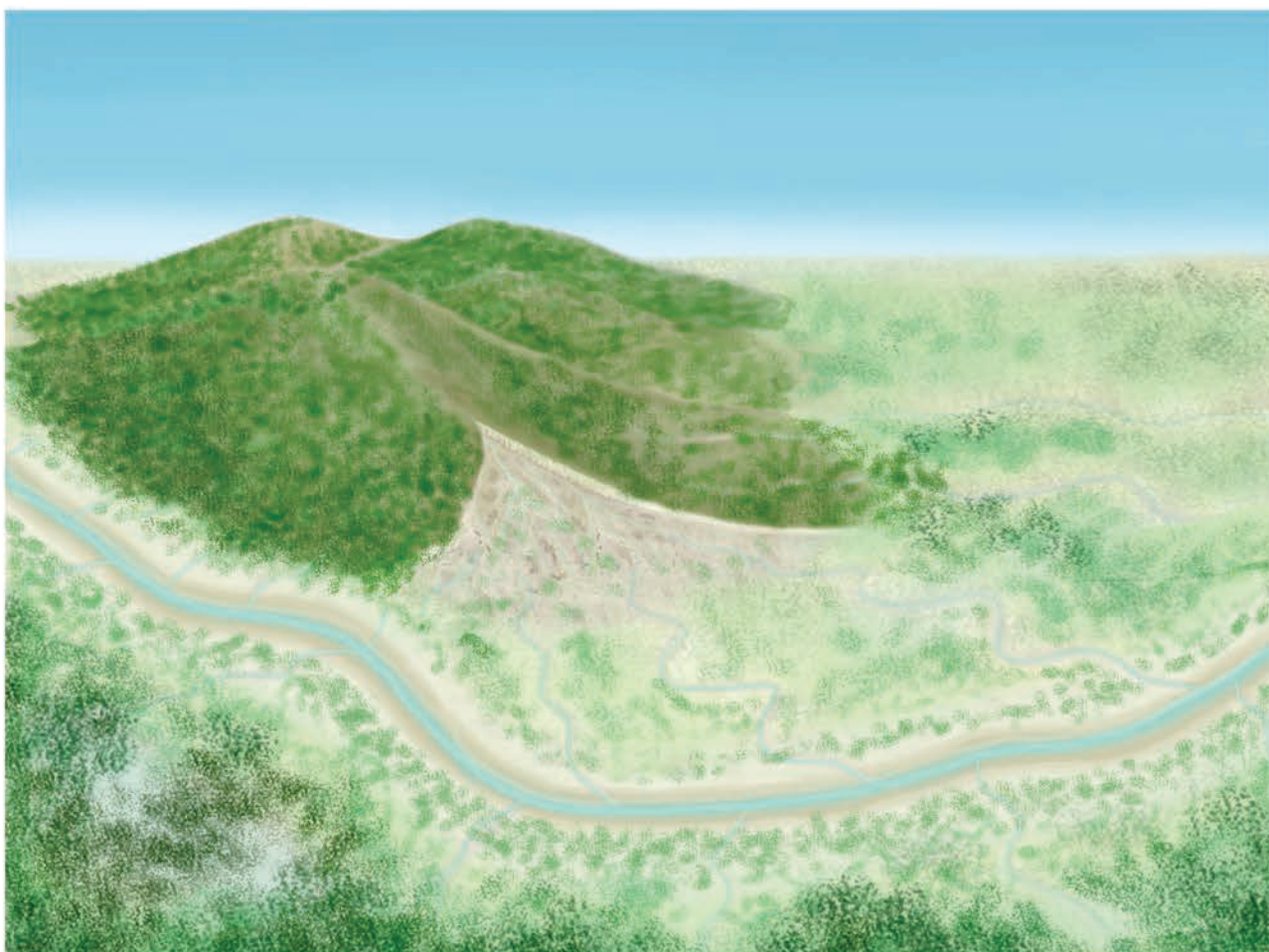


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

Anexo 21. Paleocambiente, Formación San Alfonso, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017

LISTA DE FAUNA REGISTRADA


- | | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 1 | Testudines: Podocnemididae | |
| 2 | Crocodylia: Gavialidae | |
| 3 | Astrapotheria: Astrapotheridae | |
| 4 | Xenarthra: Pampatheridae | |
| 5 | Notoungulata: Toxodontidae | |
| 6 | Actinopterygii: Characidae | |
| 7 | Actinopterygii: Pseudopimelodidae | |
| 8 | Actinopterygii: Siluriformes | |
| 9 | Chondrichthyes: Potamotrygonidae | |
| 10 | Sarcopterygii: Lepidosiren | |

Anexo 22. Paleoaambiente, Formación La Victoria, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017

LISTA DE FAUNA REGISTRADA

- | | | |
|----|---|--|
| 1 |  | <i>Lagonimico conclucatus</i> - cf. <i>Nuciraptor</i> IGM 184667 |
| 2 |  | <i>Stirtonia victoriae</i> |
| 3 |  | <i>Miocallicebus villaviejai</i> - cf. <i>Nuciraptor</i> IGM-KU 8602 |
| 4 |  | Crocodylia: Alligatoridae |
| 5 |  | Crocodylia: Gavialidae |
| 6 |  | Xenarthra: Glyptodontidae |
| 7 |  | Xenarthra: Megatheridae |
| 8 |  | Xenarthra: Pampatheriidae |
| 9 |  | Liptoterna: Macrauchenidae |
| 10 |  | Notoungulata: Toxodontidae |
| 11 |  | Rodentia: Caviidae |
| 12 |  | Actinopherygii: Colossoma |
| 13 |  | Actinopherygii: Phractocephalus |
| 14 |  | Chondrichthyes: <i>Myliobatis</i> |
| 15 |  | Sarcopterygii: <i>Lepidosiren</i> |

Anexo 23. Paleoambiente, Formación Cerbatana, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017

LISTA DE FAUNA REGISTRADA

- | | | |
|---|------------------------------|--|
| 1 | Crocodylia: Alligatoridae | |
| 2 | Xenarthra: Glyptodontidae | |
| 3 | Xenarthra: Megatheridae | |
| 4 | Xenarthra: Pampatheriidae | |
| 5 | Notoungulata: Toxodontidae | |
| 6 | Rodentia: Caviidae | |
| 7 | Sirenia: Trichechidae | |
| 8 | Actinopterygii: Siluriformes | |
| 9 | Sarcopterygii: Lepidosiren | |

Anexo 24. Paleoaambiente, Formación Villavieja, Grupo La Venta.



Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017

LISTA DE FAUNA REGISTRADA

- 1

Aotus dindensis IJM-KU 8601, Aotus cf. dindensis IGM KU 8802
- 2

Cebidae KU 9-86A, Mohanamico hershkovitzi, Stirtonia tatacoensis
- 3

Callitrichinae (IGM KU 8402, IGM KU 8403) - Cebupithecia sarmientoi - Micodon kiotensis - Neosaimiri fieldsi - Stirtonia tatacoensis
- 4

Laventiana annectens - Neosaimiri fieldsi - Nuciraptor rubricae IGM 251074
- 5

cf. Nuciraptor IGM 184074
- 6

Testudines: Geochelone hesterna
- 7

Astrapotheria: Astrapotheriidae
- 8

Notoungulata: Toxodontidae
- 9

Xenarthra: Glyptodontidae
- 10

Xenarthra: Megatheriidae
- 11

Xenarthra: Pampatheriidae
- 12

Liptoterna: Macraucheniiidae
- 13

Rodentia: Caviidae
- 14

Crocodylia: Alligatoridae
- 15

Crocodylia: Gavialidae
- 16

Actinopterygii: Callichthys
- 17

Actinopterygii: Doradidae
- 18

Actinopterygii: Pimelodidae
- 19

Sarcopterygii: Lepidosiren

Anexo 25. Paleoambiente, Formación Las Mesitas, Grupo La Venta.

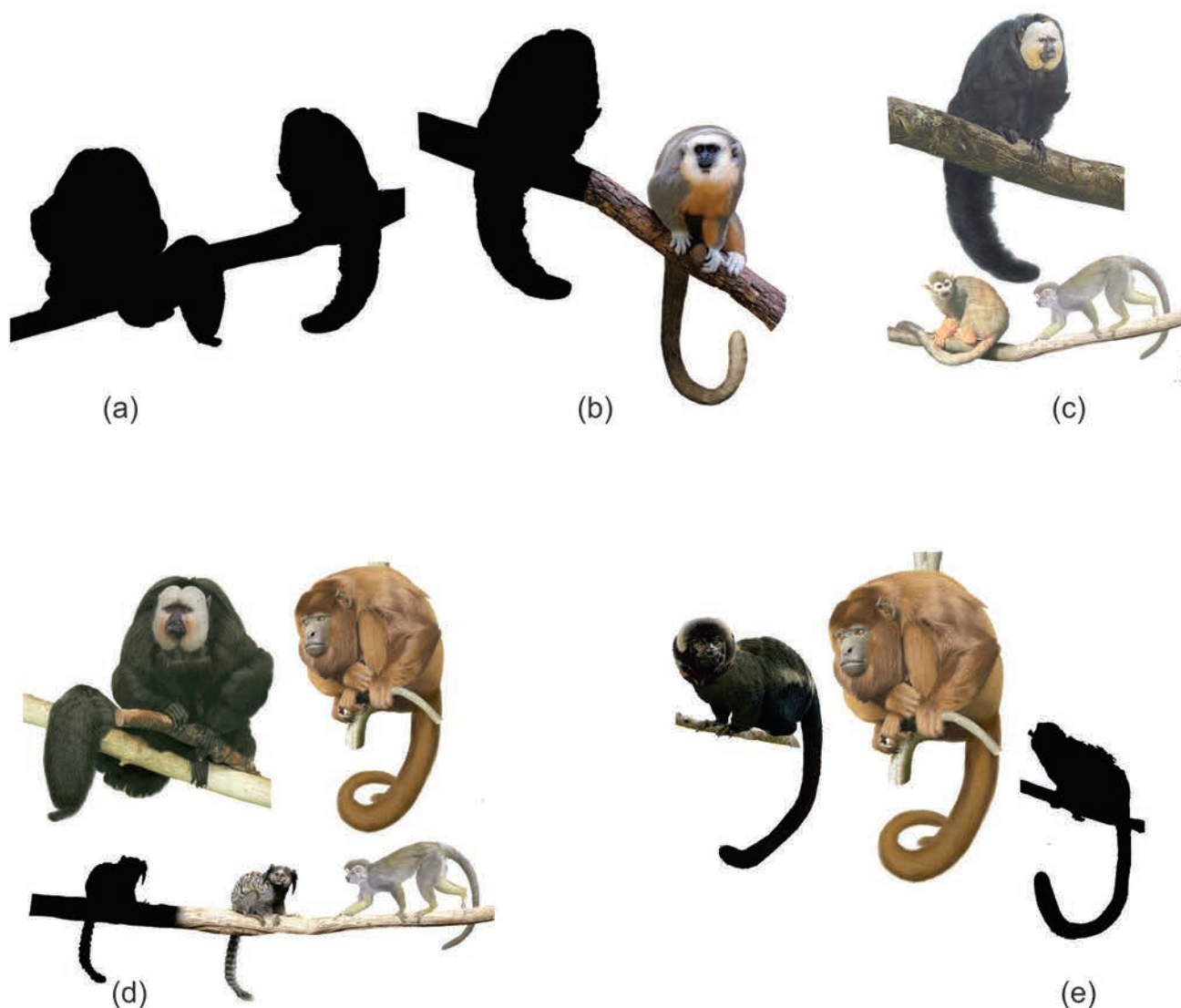


Ilustración: Marie Joëlle Giraud López, 2017

LISTA DE FAUNA REGISTRADA

- 1 Crocodylia: Gavialidae
- 2 Testudines: Podocnemididae
- 3 Xenarthra: Megatheridae
- 4 Liptoterna: Macraucheniiidae
- 5 Notoungulata: Toxodontidae
- 6 Actinopterygii: *Callichthys*

Anexo 26. Asociaciones propuestas de los Primates fósiles, Grupo La Venta.

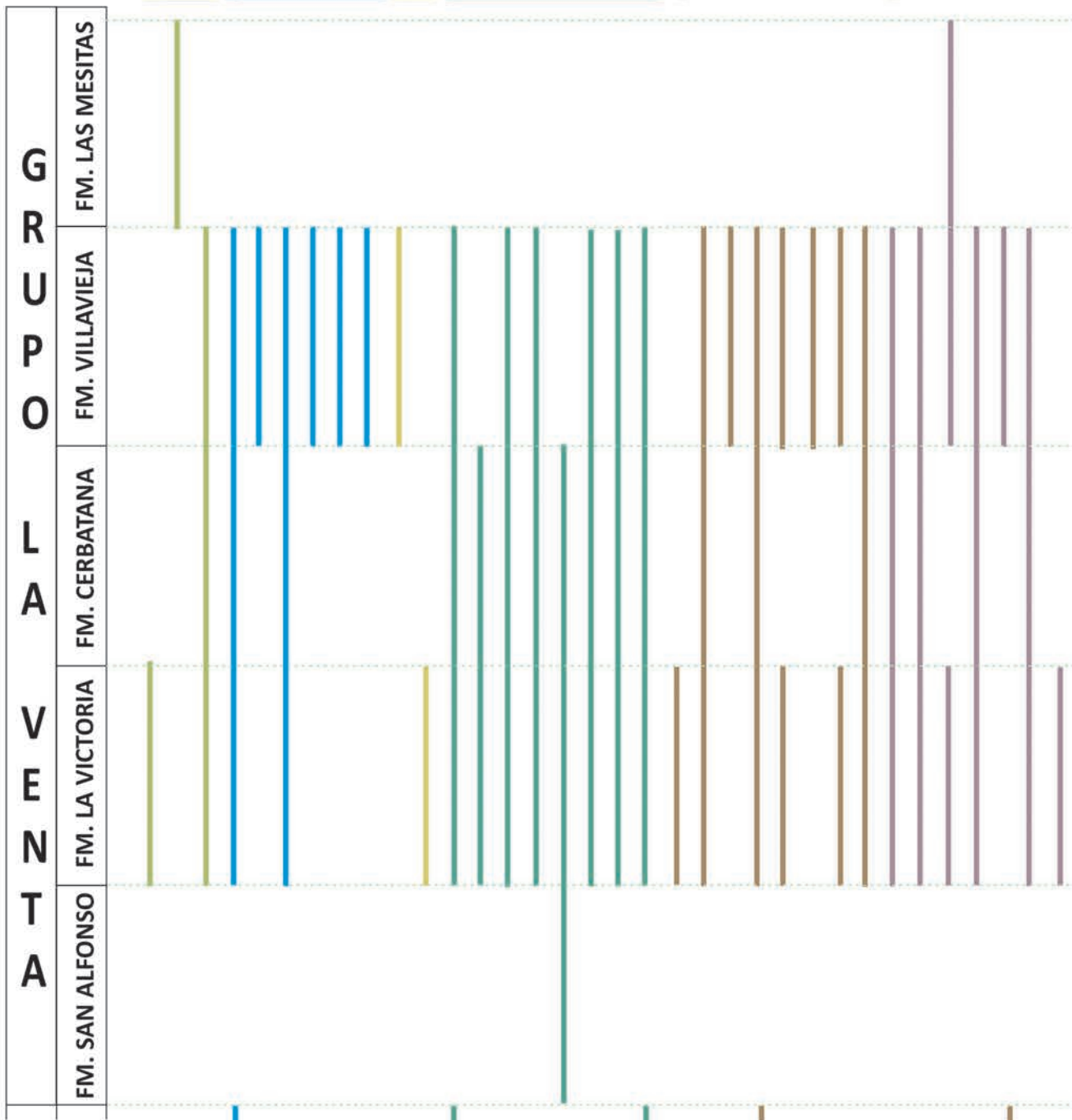


(a) *Lagonimico conclucatus* – cf. *Nuciruptor* IGM 184667. Capa Los Lagos, Formación La Victoria, Grupo La Venta; (b) *Miocallicebus villaviejai* – cf. *Nuciruptor* IGM-KU 8602. Areniscas de San Nicolás, Formación La Victoria, Grupo La Venta; (c) *Laventiana annectens* - *Neosaimiri fieldsi* - *Nuciruptor rubricae* IGM 251074. *Monkey Unit*, Formación Villavieja, Grupo La Venta; (d) Callitrichinae (IGM-KU 8402, IGM-KU 8403) - *Cebupithecia sarmientoi* - *Micodon kiotensis* - *Neosaimiri fieldsi* - *Stirtonia tatacoensis*. Lower Red Bed, Formación Villavieja, Grupo La Venta; (e) Cebidae KU 9-86A - *Mohanamico herskovitzi* - *Stirtonia tatacoensis*. Upper Red Bed, Formación Villavieja, Grupo La Venta.

Ilustraciones: Marie Joëlle Giraud López, 2017.

11Ma

13Ma



Orden

- | | | | |
|--------------------|--------------|----------------|------------------|
| 1 Sparassodonta | 4 Cingulata | 7 Chiroptera | 10 Astrapotheria |
| 2 Didelphimorphia | 5 Pilosa | 8 Primates | 11 Sirenia |
| 3 Paucituberculata | 6 Liptoterna | 9 Notoungulata | 12 Rodentia |

- | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|
| 1 Anachlysis gracilis
Dukecynus magnus
Lycopsis longirostris | 2 Hondadelphys fieldsi
Marmosa laventica
Micoureus laventicus
Pachybiotherium minor
Thylamys colombianus
Thylamys minutus | 3 Hondathentes cazador
Pithiculites chenche | 4 Anadasypus hondanus
Boreostema acostae
Boreostema gigantea
Nanoastegotherium prostaticum
Nanoastegotherium sp.
Neoglyptatelus originalis
Pedrolypeutes praecursor
Scirrotherium hondaensis | 5 Brievabradys laventensis
Glossotheriopsis pascuali
Glossotheriopsis sp.
Neonematherium flabellatum
Neonematherium sp.
Neotamandua borealis
Nothrotheriidae sp.
Pseudoprepotherium confusum | 6 Megadolodus molariformes
Prolicaphrium sanalfonsensis
Prolicaphrium sp.
Prothoatherium colombianus
Prothoatherium sp.
Theosodon sp.
Villarroelia totoyoi |
|--|--|--|---|---|--|

